Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,26 (1982): 75-133. Palma de Mallorca

In memoriam de Luis Gassull, malacólogo.

EL NEOGENO–PLEISTOCENO DE MALLORCA: Biocronoestratigrafía y Paleoceanografía en base a los Foraminíferos Planctónicos

Por G. Mateu

Instituto Español de Oceanografía
Laboratorio Oceanográfico de Baleares

RESUMEN. Los sedimentos del subsuelo de Mallorca ofrecen excelentes datos paleobiológicos para la historia climatológica y oceanográfica del antiguo Mar Balear. Este es el caso del presente Sondeo-31 de la Albufera de Alcudia, cuyos 400 mts. de potencia han permitido establecer la biocronoestratigrafía del Neógeno Medio y Superior y del Pleistoceno Inferior, gracias al estudio de los Foraminíferos planctónicos y a las características ecológicas de los diferentes niveles que los contienen.

La relación causa-efecto parece más plausible al relacionar los datos bioestadísticos y ontogenéticos de esta microfauna con la dinámica oceánica general, ya que las fluctuaciones de la línea de costa en el área mediterránea se deben a través del tiempo no sólo a débiles fenómenos locales, sino que obedecen a cambios glacioeustáticos más generalizados, presididos sobre todo por la glaciación miocénica del casquete antártico y la gran influencia pleistocénica del casquete ártico. Condicionado todo esto por eventos paleomagnéticos, movimientos geotectónicos y pulsaciones sísmicas.

El análisis cualitativo y cuantitativo de unos 4.500 foraminíferos nos ha permitido establecer lo siguiente: 1) Los diversos *pisos o niveles sedimentarios* con sus correspondientes *biozonas*, definidas por la presencia o ausencia de determinadas especies cuyos *biohorizontes de primera y/o última aparición (BPA/BUA)* hay que relacionar con la edad absoluta de la escala paleomagnética. Así las relaciones G. *nephentes*-Tortoniense; Nq. *acostaensis*-Tortoniense superior; Gr. *mediterranea*-Mesiniense; *Sphaeroidinellopsis*-acme-Plioceno inferior; Gr. *margritae*-Zancliense; Gs. *obliquus extremus*-Plasenciense/Astiense; Gr. *crassaformis*-Astiense y Gr. *truncatulinoides*-Calabriense o inicio del Cuaternario. 2) La relación *plancton/bentos* con *volumen/superficie del medio* nos permite ver la coincidencia de las grandes transgresiones marinas con los niveles sedimentarios con alto *índice de productividad*, como son las margas zoógenas del Plioceno inferior, correspondientes a la gran transgresión atlántica a través del nuevo Estrecho de Gibraltar.

Las fluctuaciones climáticas a través de las paleotemperaturas podrían influir en el polimorfismo ontogenético de los Foraminíferos, pero su dextrogirismo parece prevalecer en los

cambios negativos del nivel del mar que favorecen una mayor "bentonización" y su levogirismo correspondería a la alta "planctonización" de los niveles sedimentarios transgresivos coincidentes con una mayor superficie expuesta a la productividad primaria y a un volumen marino afín al que circula por la vertical del borde de la plataforma continental, donde el afloramiento de nutrientes ha permitido la eclosión intraespecífica sinistrorsa (Gr. *margaritae*, Gr. *puncticulata*, Gr. *mediterranea*, Gr. *crassaformis*, Gr. *inflata*, etc.).

El caparazón de los Foraminíferos, a manera de termómetro, puede indicarnos las temperaturas y salinidades del mar. Su oxígeno isotópico (O18), menor en épocas frías por quedar retenido en los casquetes polares, corresponde al de las capas superficiales del océano y su medida no sólo nos permite una tabla de paleotemperaturas sino que la coincidencia de sus máximos marinos con las grandes corrientes de convección de origen polar quedan reflejadas en la migración de la microfauna.

El relativo enfriamiento a nivel de los 3,00 m. a. hay que relacionarlo con la desaparición del *Globigerinopsis*-acme y de la *Globorotalia margaritae*, entre los 140 y los 120 mts. del S-31, y que corresponde al límite Plioceno Inferior/Plioceno Superior, como también el drástico descenso de los 7ºC invernales de los 0,8 m. a. coincide con el límite Brunhes/Matuyana o inicio de las grandes glaciaciones árticas, pleisto-holocénicas, que tanto han influido en el actual Mediterráneo, como lo hicieran los deshielos antárticos en el Tethys premesiniense.

ABSTRACT. The sediments in Mallorca's subsoil offer excellent paleobiological data on the climatological and oceanographical history of the old Balear Sea. Such is the case of the present Site-31 of the Albufera de Alcudia, whose 400 mts. in depth have allowed the biochronostratigratigraphy of the Late Neogene to the Early Peistocene to be established thanks to the planktonic Foraminifers

The cause-effect relationship seems more plausible on referring the biostatistical and ontogenetic data of this microfauna to general oceanic dynamics, as the fluctuations of the coast line in the mediterranean area are due, through the ages, not only to weak local phenomena, but also to more generalized glacio-eustatic changes, paleomagnetic events, geotectonic movements and volcanic pulsations.

Qualitative and quantitative analysis of some 4.500 foraminifers has allowed to establish the follwing: 1) The sedimentary levels with their corresponding biozones, defined by the presence or absence of certain species with chronohoritzont events: First Appearance Datum (FAD) or "Biohorizonte de primera Aparición (BPA)" and Last Apperance Datum (LAD) or "Biohorizonte de última Aparición (BUA)", related to the absolute age of the paleomagnetic scale. 2) The relation plankton/bentos to volume/surface of the sea allows us to appreciate the coincidence of the great marine transgresions with the sedimentary levels posessing a high productivity, such as the zoogenic marl of the Early Pliocene, corresponding to the great atlantic inundation through the news Straits of Gibraltar.

Climatics fluctuations deducet from paleotemperatures may influence the ontogenetic polymorphism of the Foraminifers, but their dextrogyrism seems to prevail in the negative changes of the sea level that favour more "bentonization" and their levogyrism would corresponded to the high "planktonization" of the transgressive sedimentary levels. There is a coincidence of a greater surface area exposed to primary productivity with a marine volume related to that which circulates along the vertical of the shelf, where the appearance of nutrients has brought about intraspecific eclosion of sinistral forms (Gr. *margaritae*, Gr. *puncticulata*, Gr. *mediterranea*, Gr. *crassaformis*, Gr. *inflata*, etc.).

The relative cooling at 3,00 m.a. level must be related to the dispearance of *Globigerinopsis*-acme and *Globorotalia margaritae*, between 140 and 120 metres from S-31, corresponding to the Early Pliocene/Late Pliocene limit, also the drastic descense of the winter 7°C of the 0,8 m.a. coincides with the Brunes/Matuyana limit or the beginning of the great pleistoholocenic Arctic glaciations which have so influenced the present Mediterranean, as the Antarctic thawings did in the Tethys area.

I. INTRODUCCION.

El estudio de unos 4500 ejemplares de Foraminíferos planctónicos del Neógeno de Mallorca pertenecientes a 10 corers o sondeos del "Servicio Hidráulico de Baleares" nos ha llevado a contribuir a la interpretación bioestratigráfica y paleoceanográfica del área insular.

G. Colom tiene en prensa un amplio trabajo sedimentológico y micropaleontológico sobre dichos sondeos. Nosotros, con la ayuda del microscopio electrónico de barrido de la Universidad de Barcelona, hemos analizado sobre todo la microfauna planctónica teniendo en cuenta el índice plancton/bentos, el grado de dextrogirismo y levogirismo, los biohorizontes de primera y/o última aparición de las especies y en general todos aquellos datos paleomagnéticos, sedimentológicos y paleoambientales imprescindibles en la metodología actual de interpretación biocronoestratigráfica.

Hace algunos años se aportaron elementos nuevos para la interpretación de las series neogénicas de Baleares, tanto de los afloramientos pretectónicos como postectónicos (Bizon G. et alt. 1968; Obrador A. 1972; Colom, G., 1980). Posteriormente se ha intentado su posible correlación con los estratos submarinos atravesados en el Mediterráneo Occidental por el D.S.D.P. americano (Bizon G., Bizon J.J. & Biju-Duval B., 1978; Montadert L. et Alt. 1978, etc.). No obstante en dichos estudios los criterios geotectónicos y paleontológicos prevalecieron sobre la incidencia de los eventos paleomagnéticos y paleoceanográficos (Briskin M. & Berggren W.A. 1975; Berggren W.A. & Hollister C.D. 1977; Kukla G. & alt, 1979; Thunell R., 1979; Thunell R. & Belyea P., 1982), tales como la evolución glacioeustática de los océanos neogénicos y del Mediterraneo postmesiniense que inicia sus condiciones actuales de vida eupelágica gracias al dehielo polar origoplicénico y pierde sus posibilidades sicrosféricas cuando el umbral finimiocénico de Gibraltar lo transforma en un a manera de océano mundial en miniatura (Margalef R. 1974) en donde las actuales circunstancias climáticas, idénticas a grandes rasgos a las pliocénicas (Thunell R., 1979; Mateu G., 1981,) favorecen una fertilización excepcionalmente pro-

funda (1000 mts.) gracias al enfriamiento superficial asociado a situaciones ciclónicas que con la acción de los vientos permiten la mezcla con aguas inferiores isotérmicas, más densas y más cargadas de fosfatos (Ryan W.B.F.& alt.1966; Elderfield H. & alt. 1978; Lacombe H. & Tchernia P. 1971; Katz J. 1972). Circunstancias a tener en cuenta y facilmente extrapolables para la comprensión de unos testigos micropaleontológicos cuyos acmes o eclosiones intraespecíficas no sólo facilitan la cronoestratigrafía de las rocas sedimentarias sino que ayudan a correlacionarlas con los grandes ciclos de alta productividad oceánica que en el pasado y en el presente obedecen a unos mismos principios generales de Oceanografía. (Zeitzschel B. 1978; Thunell & Belyea 1982; McGowan J.A. 1974).

La presente nota basada en los materiales del Sondeo (S-31) de la Albufera de Alcudia (Mallorca), para las zonaciones bioestratigráficas y cronológicas ha tenido presentes los siguientes datos registrados a través del mismo:

1. La "*crisis de salinidad*" finimiocénica del Mediterraneo por causas geotectónicas y glacioeustáticas (Montenant Ch. & alt. 1975; Hsu K.J. & alt. 1978; Garrison R.E. & alt. 1978; Cita B. & alt. 1978b; Thunell R. & Belyea P. 1982).
2. La *eclosión planctónica* presente en los materiales postmesinienses, coetanea del restablecimiento eupelágico por la inundación atlántica del Mediterraneo (Bandy O. L. 1973; Cita B. 1973; Cita & alt. 1978b;Thunell R. 1979).
3. *La fluctuación de dominancia de formas de enrollamiento* dextro y/o sinistro en posible consonancia con los eventos paleomagnéticos y paleoclimáticos (Pujol C. & Caralp M. 1974; Bandy O. L. 1964; Keiwing L. D. & Thunell R.C. 1979; Mateu G. 1981) y ligado a momentos de productividad (Caron M. and Homewood P., 1982/83).
4. El *biohorizonte de primera y/o última aparición* (B.P.A./B.U.A) de las especies más significativas y el grado de presencia de las mismas. (Carrasco F. & alt. 1979; Blechschmidt G. & alt. 1982; Berggren A. 1978; Thunell R.C. 1979a; Ellis C. H. & Lohman W.H. 1979).

Con la incidencia de los criterios oceanográficos en la interpretación biocronoestratigráfica de las formaciones sedimentarias de Baleares presentamos el presente estudio en el X Congreso Nacional de Sedimentología (Mahón. Menorca, Sept. 1983) teniendo en cuenta que los datos obtenidos sirven al autor para correlacionar las formaciones neógeno-pleistocénicas insulares con las barras submarinas de la plataforma continental del SE peninsular gracias a los trabajos geosísmicos y micropaleontológicos del Instituto Español de Oceanografía (Mateu 1981 y Mateu et alt. 1980 y 1983).

II. PRINCIPALES BIOFACIES

A través de los 350 mts. del sondeo, de abajo hacia arriba, pueden distinguirse por razones litológicas y micropaleontológicas los siguientes niveles:

1. *Marino* (350-310 mts.), de carácter transgresivo, con preponderancia de elementos planctónicos en sedimentos hemipelágicos que en el Mediterraneo actual corresponden a la batimetría de los 250 a los 500 mts, con la equipresencia de fangos y arenas que contienen una microfauna muy afin a la del tramo del sondeo. (Scanning electromicrografías 21 y 20).
2. *Marino-lacustre* (310-230 mts): Sedimentos ferruginosos con abundante microfauna piritizada y glauconitizada, con individuos fragmentados y retrotransportados, propios de biotopos antagónicos que denotan cambios relativamente rápidos de nivel marino y que presagian cambios geotectónicos y climáticos. (Scan. Electromicrografía 19).
3. *Evaporítico* (230-190 mts.) : nivel algo inferior al detectado por el D.S.D.P (Site 372. Balearic Basin) que oscila entre los 200 y los 150 mts. de profundidad (Thunell R.C. 1979a) (Scan. Electromicr. 18 a 15).
4. *Marino* (185-114 mts.) : Sobre unos 5 mts. de margas piritosas de características lacustres aparecen estos sedimentos zoógenos, de carácter hemipelágico que responden a un cambio profundo de facies, ligada a grandes cambios eustáticos y transgresivos. (S.E. 15 a 11).
5. *Marino-lacustre* (114-5,00 mts.) : Con más de un centenar de mts. de potencia y unas biocenosis típicas de "lago mare" (fauna salobre, de laguna o albufera, comunicada con el mar abierto, etc.). Condiciones biotópicas que llegan hasta la actualidad, aunque algo enmascaradas por aportes antropológicos diversos en los niveles superiores. (S.E. 10-1).

III. BIOCRONOESTRATIGRAFIA

El Neógeno fué un tiempo marcado por cambios profundos en la oceanografía mundial (Thunell R. & Belyea P. 1982) que se registran en la microfauna fósil,presente en nuestros sondeos.Dicha conmoción oceánica está intimamente ligada a la tectónica de placas y a la paleocirculación marina con las correspondientes poblaciones microfaunísticas y elementos litológicos que permiten cronometrar la duración y medir la intensidad de dichos cambios (Berggren W.A. & Hollister C.C. 1977). Teniendo en cuenta además que las correlaciones basadas en foraminíferos plactónicos tienen sus problemas (Bolli

H.M. & Krasheninnikov V.A. 1977) que pueden en parte solucionarse si sabemos relacionar el origen y evolución de las provincias planctónicas con los grandes eventos geotectónicos y paleoeclimatológicos como serían entre otros: la incomunicacion del Indico y del Mediterráneo antiguo (Tethys) a partir del Burdigaliense, la incomunicacion atlántica por cierre bético-rifeño de finales del Tortoniense, la cascada de aguas atlanticas en un Mediterráneo casi desértico, coetáneo del deshielo polar con la expansión de microfauna de transición en el área mediterránea, en sustitución, en parte, de elementos tropicales miocénicos, etc. etc.

A la luz de estos hechos que precedieron o siguieron a la "gran crisis evaporítica" del Mediterráneo, intentamos interpretar los diversos niveles sedimentarios del area de la Albufera de Alcudia estableciendo la siguiente serie cronoestratigráfica:

1.– Tortoniense Inferior (400-310 mts. s. Electromicr. 21 y 20)

Nivel marino, hemipelágico, de caracter transgresivo, cuya parte superior alcanza los 310 mts. aproximadamente. Según Berggren (1973) la coexistencia de especies del Serravaliense (G. *nepenthes*) y del Tortoniense (Nq. *acostaensis*) nos situaria en el N15/N16, en el inicio de aquella transgresión inferotortoniense, detectada en nuestros materiales, seguida de progresiva bentonización sedimentaria ligada a una brusca disminución de fauna planctónica paleogénica y de carácter cálido (18 a 30ºC) (Thunell R. & Belyea 1982).

2.– Tortoniense Superior (310–230 mts. s. Electromicr. 19)

Nivel marino-lacustre, preevaporítico, de unos 80 mts. de potencia, con margas piritosas, con grandes foraminíferos planctónicos, rotos y resedimentados,("reworked"),piritizados y glauconitizados, mezclados con ostrácodos oligohalinos (*Cyprideis torosa*) y foraminíferos bentónicos de habitats antagónicos (*Ammonia, Robulus, Heterolepa,* etc.)que sobre todo a nivel aproximado de 290 m., inician unas tendencias lacustres por la presencia "in situ" de elementos de "lago mare" mezclados con aportes terrígenos, junto con especies batiales retrotransportadas a la cubeta penecontinental de aquel mar finitortoniense que cubría el area central del actual Mallorca, entre dos islas (Serres de Tramuntana y de Llevant). En este Mediterráneo en vías de desecación (Ban-

dy O.L. 1973; Cita B. & alt. 1978b) las posibilidades planctónicas están en regresión, de ahí que nuestros materiales no contengan un 20% de individuos planctónicos sobre el total de la microfauna. Abundan G.*bulloides*, G. *calida*,G. *apertura*, Nq. *acostaensis*, Gs. *obliquus extremus*,Gs. *obliquus obliquus* y G.*nepenthes;* formas del Mioceno superior y referidas al Tortoniense (N16/N17) por Thunell (1979), Martinez Diaz (1973), Serrano Lozano (1979), Yassini (1975) y Cita et alt.(1978a). Esta última se refiere aquí al sondeo S.375 (Medit. Oriental) y no al S.372, contiguo al area balear, en donde defiende la existencia de una laguna estratigráfica.Comparando, sobre todo los trabajos de Thunell (1979a) y Cita et alt. (1978a) y a la vista de nuestros materiales observamos que:a) El bihorizonte que nosotros detectamos a nivel de los 310 mts. de profundidad, Thunell lo sitúa cerca de los 200 mts. referido a Nq.*acostaensis* y a unos 261 mts. debido a G.*nepenthes*, y en ambos casos los sitúa en el Tortoniense y no en el Serravaliense como Cita et alt que argumentan la presencia simultánea y exclusiva de G. *drury-nepenthes*, Gs. *bulloideus,* Gq. *baroemoenensis*, Gr *mayeri* y Gr. *praemenardii,* especies típicas del Serravaliense Medio. b) El contacto directo Serravaliense/Mesiniense (N 13/N 17) de Cita et alt.(1978a) aparece no ajustarse a la serie neogénica de Mallorca que en el caso concreto de la Albufera de Alcudia ofrece el contacto directo Tortoniense-Mesiniense, con la gran depleción planctónica del N 17, y que a escala mediterránea queda registrada en las margas azules y diatomitas inferomesinienses coincidentes con la deshumidización litoral en la progresiva aridez tortonomesiniense (Bandy O.L. 1975; Gorsel J.T. van & Troelstra S.R. 1981), pero en ningún caso ofrece una fauna ajena a aquella descrita del Tortoniense bético (Serrano Lozano 1979, Martinez Dias 1973,Franco Parente & Dias Estévez 1980, etc.), argelino (Yassini 1975), del "Balearic Bassin" (Thunell 1979), del "Bassin Mediterranéen" (Bizon & Bizon 1972) y, en general de las series tortonienses postectónicas de Mallorca (Bizon G., Bizon J.J. & Colom G. 1967), afines a las supertortonienses italianas (Cita 1975). c) La presencia simultanea, sobre todo, de Gq. *acostaensis*, G. *nepenthes* , y Gs *obliquus extremus* que no existe en el N.13 (Serravaliense) (Cita et alt. 1978 a) nos situa en el Mioceno Superior (N 16/ N 17) y no en niveles inferiores.(Thunell 1979a).

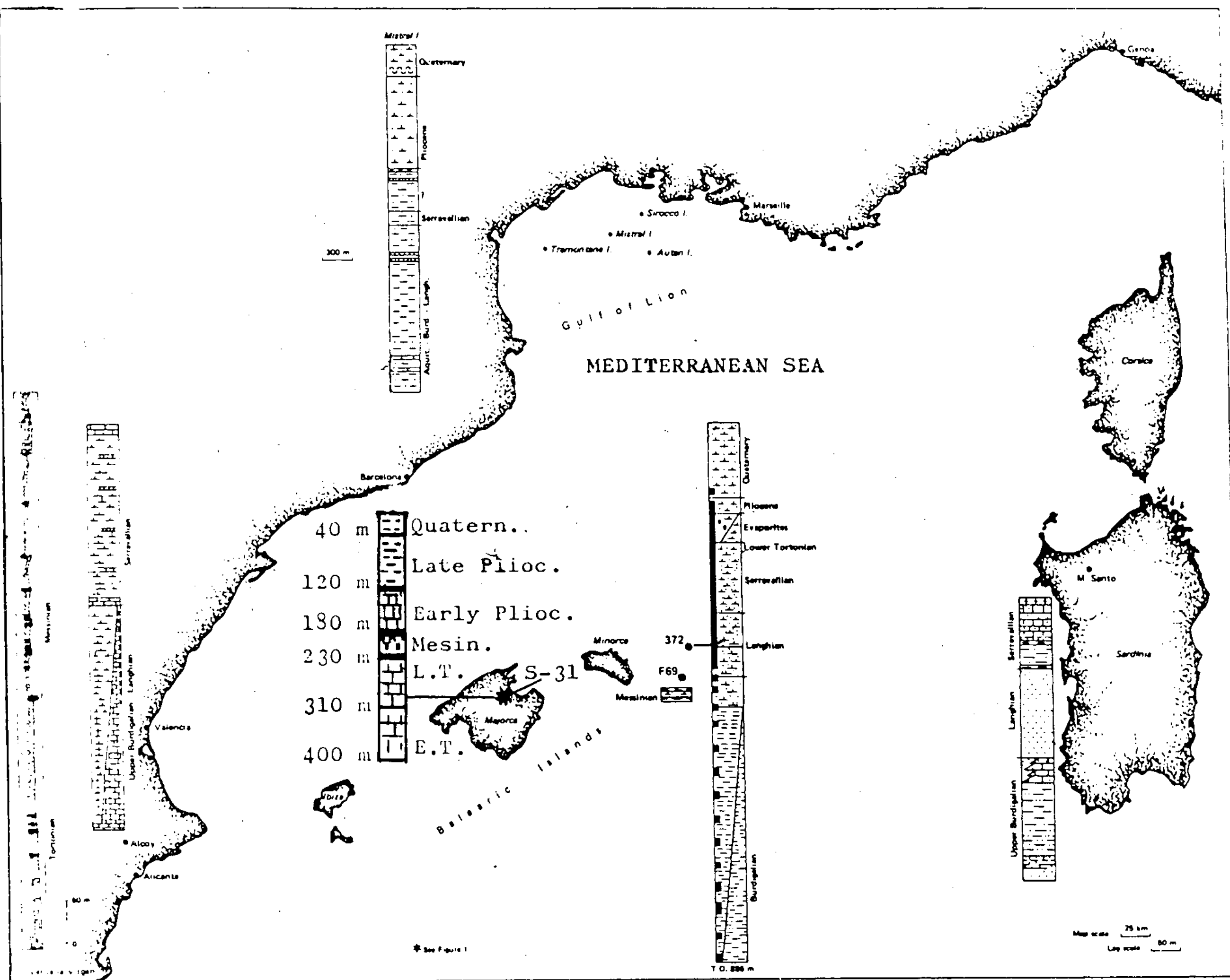
Si bien es verdad que desde la parte basal del sondeo (y según el texto-figura adjunto) se van observando tramos de gran depleción planctónica (310 a 240 mts.; 225 a 190 mts. y 110 a 0 mts.), la presencia continua de determinadas especies no da pié a tales lagunas sedimentarias sino que nos recuerda una sedimentación continua y tranquila (Montenat 1977) afín al modelo sedimentario bético (Carrasco F. & alt. 1979), con las incidencias propias de las cubetas marginales y con los efectos tipicos de aquella erosión superotortoniense, intra-

mesiniense y finipliocénica que en consonancia con los grandes cambios de nivel marino nos ofrece la mezcla de una fauna atípica y ecologicamente antagónica de foraminíferos y ostrácodos lacustres junto con otolitos y vértebras de peces abisales y de una flora de characeas dulceacuícolas con zoosteraceas marinas. Amalgama de posible interpretación a la luz de unos eventos tectonoeustáticos, transgresivo-regresivos, periódicos y de posible alcance universal, presentes en los estudios actuales de micropaleontología marina (Thunell & Belyea 1982; Cita et alt. 1978b; Berggren 1978; Thiede 1979; McGowan J.A. 1974; Zeitzschel B. 1978; Mateu G. 1980; Sarnthein & alt. 1982)

3.– *Mesiniense* (230-185 mts. Electromicr. 18 a 16)

Nivel evaporítico que parece de formación idéntica a la "Upper evaporite series" de los sondeos submarinos del D.S.D.P. (Cita 1973, Selli R. 1973, Hsu K.J. & alt. 1978; Fabricius F.H. & alt. 1978; Busson G. 1979), con incidencia bética por el marcado carácter andaluciense de su fauna (Perconig E. 1973; Van Couvering J.A. & alt. 1976; Serrano Lozano F. 1979). Teniendo en cuenta que nuestros biohorizontes tienen unos "data" que responden al neoestratotipo italiano (Cita B.1975; Selli R. 1973; Colalongo M.L. & alt. 1979) y otros se adaptan a la microfauna de la "caliza tosca" del Andaluciense (Perconig 1973; Martínez-Fresneda 1977) y que en la parte superior de nuestra "facies evaporítica" finimiocénica encontramos formas pliocénicas (Gr. *puncticulata puncticulata,* Gr. *puncticulata padana* y Gr. *margaritae*) del estratotipo italiano. Tal irregularidad que, segun Cita (1975) invalidaría la utilidad del *Andaluciense* en favor del tradicional *Mesiniense* (Mayer-Eymar 1868 y Selli 1973) nosotros lo tomamos como una razón más de tipo paleoceanográfico en favor de la influencia bético-rifeña en la migración de formas finimiocénicas (Berggren 1977), propias del Atlántico tropical y asociadas a la "crisis de salinidad" que en pleno Mediterraneo está en la base del *Spaeroidinellopsis-acme* (Thunell 1979) o eclosión bioestratigráfica ligada a la población atlántica eupelágica y tropical, extendida a latitudes superiores en el Mioceno Superior (Thunell & Belyea 1982).

La presencia de esta "*Upper evaporite series*", detectada entre los 200 y los 150 mts en el subsuelo de la "Menorca Dorsal Rise" (Site 372. D.S.D.P.) (Mauffret & al. 1978; Thunell R.C. 1979a) y a manera de cuña en el perfil sísmico de la plataforma balear (Montadert & alt. 1978) correspondería a aquella "Serie 2 Transparente" superpuesta al basamento acústico del "Emile Baudot" y detectada durante la elaboración del mapa tectono-sedimentario por un equipo de geólogos del Instituto Español de Oceonografía. (Palomo C. & alt. 1974 y 1976).



Situación del S-31 (Mallorca) y comparación con S-372 (DSDP) y otros sondeos figurados en Bizon & alt. 1978.

El nivel evaporítico del sondeo de la Albufera tiene que interpretarse no sólo a la luz de los precedentes trabajos del area balear sino sobre todo teniendo en cuenta los demás "corers" a lo largo de la cuenca central de Mallorca, que más extensamente publicaremos en breve.

La relativa incidencia de la regresión marina finimiocénica en las cubetas dorsales de la orogenia bético-balear, con sus elementos terrigenos y evaporíticos propios de aguas someras, con débiles lechos de yesos entre arcillas y margas típicas de cubetas marginales, no alcanzan las potentes capas, ricas en halitas y anhidritas, de las cubetas centrales (Sites 132 y 134 del D.S.D.P.) (Garrison R.E. & alt. 1978; Hsu K.J. & alt. 1978) que son más afines al estratotipo mesiniense del "Solfifera Series" de Sicilia, mientras que en la evolución paleogeográfica insular el máximo evento regresivo obedece, como en Córcega (Orszag Sperberg F. 1979), no sólo a fenómenos locales sino más bien a cambios globales del Mediterraneo occidental (Pomar Gomá L. 1979; Riba i Arderiu O. 1981).

Los *elementos microfaunísticos* de este nivel evaporítico son muy escasos y casi nulos en sus lechos intermedios. Es en su base donde desaparece un conjunto de especies tortonienses mezcladas con otras más antiguas (O. *suturalis*, Gr. *mediterranea*, G (T) *tosaensis*, Gs. *bisphaericus*, etc.). Precisamente el biohorizonte de primera aparición (B.P.A.) de *Globorotalia mediterranea* cerca de los 230 de profundidad indica el límite tortonomesiniense, iniciándose enseguida el hiatus intramesiniense, coetaneo al descrito por Thunell (1979a) en la Site 372 D.S.D.P. y que coincidiría con la "calcita tosca" del Andaluciense, con las evaporitas del SE. peninular (Alcoy) y los lechos superiores de la "Solfifera Series" de Sicilia. (Van Couvering & 1976 alt.; Hsu & alt. 1978).

Esta laguna sedimentaria intramesiniense obedece a un hecho marino generalizado en todos los mares y tiempos (Moore T.C. & alt. 1978) y sería por efectos climáticos o batimétricos (lisoclina) en la disolución de caparazones y en nuestro caso bien podría culparse a la erosión localizada a lo largo de las márgenes continentales del Mediterraneo en vías de desecación (Cita et alt. 1978b).

Es precisamente en el límite superior de este nivel evaporítico casi estéril donde aparece una microfauna rodada y fragmentada, con progresiva piritización de caparazones, en un tramo de unos 5 mts de margas ocres que contienen los B.P.A. de Gr. *puncticulata puncticulata,* Gr *puncticulata padana* y Gr. *margaritae.* Tal *nivel piritoso* o "Pyritic-rich sediment" de Thunell (1979) recubre directamente al mesiniense evaporítico y recuerda las características de la "Lago mare facies" (Cita, Selli, op.cit.) de condiciones subacuáticas persistentes, en cubetas alimentadas por aportes fluviales, con parámetros de alcalini-

dad, salinidad y composición bioquímica tan variables que pueden llegar a salinidad superior a los 40 por 1000 y con O^{18} alto, gracias a la gran evaporización y/o a la redisolución de viejas evaporitas (Yesos y halitas) (Garrison & alt. 1978; Hsu K.J. & alt. 1978).

Tales niveles pirito-ferrosos se hallan en varios de los 10 sondeos estudiados a los largo de Mallorca (S.31, S.6, S.37 y S.4) y en el de La Albufera se repiten principalmente a niveles aproximados de 300, 200 y 100 mts recordándo momentos regresivos, aptos para aquella "Sulfur facies de Ogniben" (Selli R. 1973), cuyas margas piritosas con fauna enana de tipo lacustre (*Ammonia beccarii*,), en nuestro caso tiene elementos planctónicos restrictivos del Mioceno superior (Gr. *acostaensis* que tuvo su B.P.A. a nivel de los 316 mts, Gr. *mediterranea*, con B.P.A. a 230 mts,) y formas inferopliocénicas (Gr. *margaritae, Sphaeroidinellopsis*-acme, Gr. *puncticulata*) lo que nos situa en circunstancias miopliocénicas de marcado carácter de transición entre la crisis evaporítica mesiniense y la gran inundación atlántica que, con Thunell (1979a), haríamos corresponder con el N18 de Blow o Zancliense inferior.

4.– Zancliense-Tabianiense (185-110 mts. Electromicrografías 15 a 11).

Nivel marino que va aproximadamente de los 185 a los 110 mts y cuyo contexto microfaunístico y sedimentológico nos sitúa en el Plioceno inferior. Arcillas margosas con calcarenitas, ricas en microfauna planctónica parecida a la de "Trubi formation" del neoestratotipo italiano (Cita B. 1975; Bandy 0.1975; Berggren W.A. 1973; Blechschmidt G. & alt. 1982), y coetanea de la "Green Marl" del Estratotipo Andaluciense, de la "Blue Marl" del SE. peninsular (Van Couvering J.A. & alt. 1976) y del Sahel argelino (Yassini I. 1975).

Para la datación cronológica de este potente nivel de origen semipelágico hay que tener en cuenta lo siguiente:

a) La sorprendente *eclosión, cuantitativa y cualitativa, de especies planctónicas,* preexistentes unas, y otras de primera aparición, que suponen cambios bruscos en el nivel marino y en la circulación hídrica de un Mediterraneo no totalmente desecado, ya que persistieron muchas especies, y cuya biofacies de "Lago Mare" se ve bruscamente truncada por la cascada de aguas atlánticas que se abren paso a traves del nuevo Estrecho de Gibraltar.

b) La *Sphaeroidinelopsis*-acme Zona que se inicia cerca de los 185 mts. de profundidad en contacto con aquel débil nivel lacustre de margas piritosas y con restos de *Chara, Cyprideis,* etc., parece determinar la base del Plioceno (MPL1 de Cita 1976) en el area mediterranea (Thunell R.C. 1979a) y el final

del Mioceno Superior en la atlántica (Berggren W.A. 1977).

c) La coexistencia de dicho acme con el B.P.A. de Gr. *puncticulata puncticulata,* Gr. *puncticulata padana* y Gr. *margaritae*, que se da en nuestros materiales, parece situarnos entre el final del Mesiniense y los inicios del Zancliense (Berggren 1977, Bandy 1973 y Cita 1975).

d) La aparición de *Globigerinoides elongatus* entre los 150 y 140 mts. parece coincidir con Gs. *sacculifer brachysacculifer* y con ciertas formas ancestrales de Gr *crassaformis* que nos situarían en el Tabianiense superior (MPL4 de Cita y N20 de Blow) que coincide con el límite Plioceno inferior/Plioceno superior (Thunell 1979a y Berggren & Amdurer 1973), y que es algo posterior al paso de *Sphaeroidinellopsis* a *Sphaeroidinella* (equivalente a nuestro B.U.A. de *Sphaeroidinellosis*, a 140 mts de prof.), que equivale a la biozona MPL 3 (= mitad superior de N 19) o al Gilbert/Gauss del final del Plioceno Inferior (Barbieri F. 1979; Blechschmidt & alt. 1982).

5.– *Plasenciense/Astiense.* (110-40 mts. Electromicr. 10-7).

La incipiente regresión marina conduce a una *facies marino-lacustre* asociada a la progresiva desplanctonización que conlleva la desaparición de *Globorotalia margaritae* y de *Globorotalia puncticulata puncticulata,* hechos algo posteriores al "*Sphaeroidinellosis-Sphaeroidinella* complex" que parecen situarnos en la base del Plasenciense (Berggren W.A. & alt. In: Moore 1979; Barbieri 1969; Cita 1975; Van Gorsel J.T. & Troelstra S.R. 1981) Este piso se extiende entre los 115 y los 80 mts aproximadamente, donde el B.U.A. de Gs. *obliquus extremus* y la presencia de formas Gr. *bononiensis-inflata* en un sondeo contiguo (S16), nos indican el limite biozonal MPL5/MPL6 casi equivalente al final del Plasenciense, si damos el MPL6 por Astiense.

Ante la posible confusión a que lleva el uso indiscriminado de Tabianiense y Zancliense, y de Astiense y Plasenciense, (Mateu 1981), uno desearía ampliar el criterio de Cita (1975) reservando los nombres de Tabianiense y Astiense para formaciones sedimentarias de plataforma, como las nuestras, y los de Zancliense y Plasenciense para margas pelágicas zoógenas, equivalentes a las "trubi marls" o "margas blancas con foraminíferos" de Roda (In: Selli 1973) a pesar del intento de Cita (1975) a reducir el Plioceno inferior al Tabianiense y el Plioceno Superior al Plasenciense, problema que Thunell (1979a) resuelve dividiendo el Plioceno entre Zancliense y Plasenciense. No obstante el intento de Berggren (1971, 1972b y 1978) de mantener el Astiense como nivel superior del Plioceno, equivalente a la mitad superior de N21 de Blow y que

correspondería a la biozona de *Globorotalia inflata* de Bizon & Bizon (1972) y a la MPL6 de Cita (1975).

6.– *Calabriense* (A 40 mts. prof.)

En el sondeo de la Albufera de Alcudia (S 31) empieza cerca de los 60 mts de profundidad un notable aporte de elementos terrígenos de color ocre y granulometría filocontinental con organismos salobres (*Cyprideis*, *Bythinia*), dulceacuícolas (*Chara*) y escasos representantes netamente marinos, que hacen difícil la datación de dicho nivel. No ostante la presencia de *Globorotalis truncatulinoides* y *Globorotalia inflata* en un sondeo adjunto a la Albufera (S 16) nos permiten situar la base del Pleistoceno cerca de los 40 mts de profundidad. Aquí, empezaría el Cuaternario con el B.P.A. de Gr. *truncatulinoides*, en contacto directo con la Gr. *inflata*-Zona (Bizon & Bizon 1972) y del *Globigerinoides obliquus*-Zona (Thunell 1979), coetaneas en el antiguo Mar Astiense balear de aquella Gr. *tosaensis*-Zona (Bolli & Premoli Silva 1973) del area del Caribe.

Comprendemos que el argumento micropaleontológico no es suficiente para determinar aquí el límite entre Plioceno y Pleistoceno y que la primera aparición de Gr. *truncatulinoides* no basta para afirmar que estamos en el *Calabriense*. Piso que en Mallorca tocaría corresponder a la sedimentación de un mar que alcanzó los casi 100 mts. de altura sobre el actual nivel marino (Cuerda J. 1975; Mateu & alt. 1979) y que tanto en este sondeo como en el resto del área balear parece responder a sedimentación litoral (Pomar y Gomá 1979; Riba i Arderiu 1981) frente a la coetanea facies de carácter profundo de la "Nannofossil Marls" del DSDP Site 372 (Mauffret A. & alt. 1978; Muller C. 1978). También hay que tener en cuenta las excepciones locales debidas a tectonismo y/o vulcanismo (Emery K.O. 1980) que podrían darse aquí como se han dado en el litoral peninsular contiguo (Montenat Ch. 1977; Mateu G. 1981).

Con criterio micropaleontológicos, pero siguiendo en el área intrainsular ciertos métodos gravimétricos (Cantos Figuerola J.1968) y ecosísmicos(Mauffret A. & alt. 1978; Montadert J. & alt. 1978; Kelling G. & alt. 1979; Stanley J.D. & alt. 1976), asociados a los fenómenos paleoceanográficos que actualmente se barajan en los buenos centros de investigación , se llega a una más correcta interpretación biocronoestratigráfica, sobre todo en la nueva "Time Scale" de los tiempos plio-pleistocénicos.

IV. *Cronoestratigrafía paleomagnética y paleoceanografía con sus incidencias en la morfología planctónica.*

En base a los Foraminíferos planctónicos pueden observarse en la tabla adjunta ciertas relaciones temporales y ecológicas entre los límites biozonales expresados indistintamente en escalas de Blow y de Cita y aquellas tendencias dextrorsas o sinistrorsas de los organismos, generalmente ligadas a las grandes fluctuaciones del nivel mediterráneo, en consonancia con una columna sedimentaria cuyas eclosiones planctónicas neogénicas coinciden con un marcado levogirismo debido a la alta productividad pliocénica,no sólo visible en nuestro caso, sino también en toda la "Mediterranean Tethys area" que alcanza la plataforma continental del NW. de Florida (Gartner S. & alt. (1979).

Al referirnos, sobre todo, a la productividad pliocénica queremos destacar un hecho que se repite en la actualidad, tanto en el area mediterranea como en la atlántica (Mateu 1980), y es que la preponderancia sinistrorsa o dextrorsa de formas no se debe tanto al mayor o menor número de especies sino a la abundancia de determinadas especies que suelen gozar en general de un determinado enrrollamiento de caparazón, como sería el caso de *Globorotalia inflata* y *Globorotalia truncatulinoides,* con un 85% de sinistrorsos en el actual Mar Balear y casi idéntica composición de sus ancestros (Gr. *puncticulata*, Gr. *crassaformis-tosaensis*) en los sedimentos pliocénicos de la misma area.

Parece haber una cierta incidencia de los cambios de temperatura y salinidad en la dirección de enrrollamiento y su posible coincidencia con determinados eventos paleomagnéticos (Conf. gráfica adjunta), estudiados por Nakagawa y otros (1975) en el area italiana en correlación con el Japón.

En nuestro caso, sólo intentamos ampliar la presente estratigrafía del Sondeo S-31 añadiendo a los Foraminíferos-data, sus oscilaciones morfológicas, teniendo en cuenta la edad absoluta que ofrece la escala paleomagnética. Así a nivel de los *350* mts., siguiendo siempre de abajo hacia arriba, observamos un cierto *levogirismo* correspondiente a N 16 de Blow, que equivale a la zona nanoplanctónica NN10 de Martini (1971), coetánea de la Epoca paleomagnética 10, con un tiempo de 9 a 10 m.a. para Thunell (1979a) y 8,5 m.a. para Nakagawa & alt. (1975).

A los *310 mts.* aproximadamente se percibe un notable *dextrogirismo* sobre todo en *Globigerinoides obliquus extremus* y *Neogloboquadrina acostaensis*, posteriormente desplazado, a nivel de los *236 mts.* por un retorno al *sinistrogirismo* de aquellas formas coetáneas de la *Globotalia mediterranea* (= Gr. *conomiozea* Kennet), en el límite tortono-mesiniense, en consonancia con la evolu-

ción climática intermediterránea (Hsu & alt. 1978), cuya aridez fué subsanada por el relleno relativamente rápido de la cuenca mediterránea iniciado en la base del Plioceno, con el *Sphaeroidinellopsis*-acme, cuyos primeros ejemplares hallamos en aquel lecho piritoso, que equivaldría a la biozona MPLI de Cita (1976), de transición entre el período de desecación y la fase de relleno de aquel Mediterraneo de hace 5,18 millones de años, cuando empezaba la inversión de polos magnéticos de la Epoca Gilbert.

En los *230 mts.* el B.P.A. de *Globorotalia mediterranea*, ejemplar afín al holotipo de *Globorotalia conomiozea* Kennet y que desaparece aquí un poco antes de la aparición de Gr. *margaritae,* a diferencia de lo que ocurre en el area bética (Serrano Lozano 1979). Forma que en Sicilia recuerda al Mesiniense (Berggren & Amdurer 1973) y en el área balear,con su marcado levogirismo, nos situa en el límite paleomagnético de dos épocas (6ª invertida y 5ª normal), en consonancia con la evolución climática intramediterránea de la 'Crisis Evaporítica", cuya aridez (Hsu & alt.1978) podría hacernos pensar en una "Antigua Albufera" de aguas someras y salobres, con ramificaciones menos profundas, tipo "sabkha" argelina, donde la percolación y la evaporización en niveles de menos de un metro, habrian facilitado los lechos de yesos (Yassini 1975; Sass E. & alt.1972), como en las actuales evaporitas (Phleger F. 1969)

Aquel nivel sinistrorso de la Gr. *mediterranea* parece ser un incidente poco significativo en el contexto general de formas *dextrorsas* presentes sobre todo en las margas infraevaporítivcas ricas en Gq. *acostaensis* , cuya dirección positiva de enrrollamiento, no sin reservas, tambien tiene su interés en la datación neógenica del area mediterranea (Dronkert H. & alt. 1979). Aunque ante las paleotemperaturas de Thunell (1979b), en base al oxígeno isotópico de caparazones de plancton superficial, uno no ve clara la relación entre sinistrogirismo y aguas frias y dextrogirismo y aguas cálidas, (Bandy 1964; Hornibrook 1976). Mientras no puede dejarse de percibir a través del sondeo una cierta afinidad entre el dextrogirismo y las facies de "lago mare" (Carrasco & alt. 1979) y el levogirismo y la sedimentación marino-transgresiva de origen más o menos pelágico y que contiene tambien abundancia de formas bentónicas profundas tales como *Bolivina* y *Cassidulina* .

Precisamente a nivel de los *185 mts.*de profundidad se inicia una eclosión planctónica, de marcado caracter *levógiro.* Coincide con el inicio de inversión de polos magnéticos de la Gilbert (5.m.a.), coetánea de una estabilización templado-cálida (Thunell 1979b) de un medio marino que va elevando su nivel, sobre todo, a través del nuevo Estrecho de Gibraltar.

La relativa estabilidad climática inferopliocénica, con un promedio de

23ºC en verano y 13,5º en invierno (Thunell 1979b) y una salinidad también muy semejante a la actual (Ryan W. & alt., In: Fairbridge R. W. 1966; Lacombe H. & Tchernia P. 1971) condiciona en el Mediterráneo unas biocenosis templado-cálidas en consonancia con la procedencia de aguas atlánticas ricas en especies superomiocénicas (S. *dehiscens*, S. *seminulina*, Nq. *acostaensis*, etc.), que se extendieron por el área del antiguo Tethys, y cuya presencia masiva en las margas zoógenas del Zancliense-Tabianiense está ligada a la expansión planctónica de la "Transitional Zone" atlántica (Thunell & Belyea 1982), que hace cerca de 5 millones de años, se introdujo en el Mediterráneo y que, gracias a los umbrales geotectónicos de Gibraltar y Sicilia estableció la termoclina de los 13,6ºC que suplantó la fauna sicrosférica (4º a 9ºC) (Benson R.H. 1976), sustituyéndola por otra más termófila, que perdura durante el Plioceno para asociarse después con elementos más fríos (G. *inflata*, G. *crassaformis*, G. *truncatulinoides*, etc.), coetáneos de la glaciación continental del Hemisferio Norte y ligados a la influencia de la naciente Corriente del Labrador (2,5 m. a.), cuyas gélidas aguas quedan templadas por la influencia termófila de la Gulf Stream en la Europa occidental, (Berggren & Hollister 1977; McGowan J.A. 1974).

Es precisamente a nivel de los *110 mts.* que notamos un progresivo cambio de biofacies, ligado a un débil descenso de temperatura y salinidad, coincidente con el "Gauss/Matuyana Boundary" de hace unos 2,6 millones de años. Es una facies de incipiente carácter regresivo, con especies de la "Transitional Zone" controladas por la Gulf Stream (de 10 a 17ºC) y que marcan las biozonas del Plioceno Superior del área balear. Dichas especies (G. *inflata*, G. *crassaformis* s. l., etc.) han reemplazado a las del Plioceno medio-inferior (Gs. *obliquus extremus*, Gr. *puncticulata*, Gr. *margaritae*, *Spheroidinellopsis* sp.) de forma anacrónica ya que entre la desaparición de unos y la aparición de otros hay un notable depósito de unos 30 mts. de potencia donde la sedimentación nerítica y la fauna retrotransportada (reworked) y desgastada incluye abundancia de elementos bentónicos y escasez de individuos planctónicos, de marcado carácter dextrorso, sobre todo por la presencia de Gs. *obliquus obliquus*, Gs. *subquadratus*-ruber y Gs., *elogatus*, cuya mayor resistencia a la disgregación podría ser la causa de su presencia en una biofacies marino-lacustre que culmina con la gran regresión astiense, coetánea del "Olduway Event" o breve normalización polar acaecida hace unos 1,9 millones de años, dentro de la larga inversión magnética del período Matuyana.

V. *Los límites Mioceno/Plioceno y Plioceno/Pleistoceno.*

1. *El límite Mioceno/Plioceno* queda bien definido en el neoestratotipo italiano por el B.P.A. ó F.A.D. de Gr. *margaritae*, del *Sphaeroidinellopsis*-Acme y de Gr. *puncticulata*. Ahora bien la coexistencia de dichas especies parece iniciarse en el límite superior del Mesiniense (Bandy 1975). No obstante, la falta en este sondeo S-31 de *Globorotalia plesiotúmida*, que Cita (1975) usa para la datación de los lechos lacustres del Mesiniense superior de Sicilia, nos impide definir nuestra capa de *margas piritosas* como nivel-tope del Mioceno o sea como el último de los varios mini-episodios regresivos intramesinienses.

De seguir el criterio paleoceanográfico, parece lógico situar dicha formación piritosa (propia del "brackish water assemblage: *Cyprideis, Ammonia*, etc.) en el contexto regresivo finimiocénico, pero observando el B.P.A. de las especies cronológicas o "data" de la base del Plioceno, hemos optado por situar los 5 mts. de margas piritosas en la base del Plioceno, sin desechar la posibilidad de tratarse de materiales finimiocénicos, dado que en nuestro sondeo la sucesión sedimentaria de *Globorotalia mediterranea* y Gr. *margaritae* nos sitúa entre las biozonas atlánticas (Berggren 1977) y las mediterráneas (Thunell 1979a). Lo que no impide que podamos servirnos de dicho nivel como testigo de la atípica simbiosis de la microfauna finimiocénica propia de aguas regresivas con otra inmigrante y procedente del área transicional atlántica que, a inicios del Plioceno, determina un alto grado de productividad planctónica. Esta se inicia en la base del MPL2 o sea en los 185 mts. y alcanza la parte alta del MPL4 o sea los 110 mts., tramo del sondeo que nos recuerda la "Trubi Formation" (Plioceno) que recubre, en contacto directo, al "Arenazzolo" (Mioceno) del estratotipo italiano. Y teniendo en cuenta que Cita (1975) sitúa aquellas "margas piritosas" en el límite del Mioceno y nosotros en el origen del Plioceno, la coexistencia de una biofacies pliocénica con una litofacies miocénica, de no prevalecer el criterio de los Foraminíferos-"Data", daría validez a aquellos mismos argumentos con que élla (Cita 1973 y 1975) quiere invalidar el Estratotipo Andaluciense, (Perconig E. & alt. 1973; Baena Pérez J. & alt. 1977; Martínez-Fresneda F. 1977).

2. *El límite Plioceno/Pleistoceno*, o frontera entre el Terciario y Cuaternario, tiene un mojón muy característico que es el paleomagnético "Olduwai Event" (1,85 m.a.). Esta breve normalidad polar, dentro de un largo período de inversión magnética (Matuyana), es coetánea de la primera aparición de *Globorotalia truncatulinoides*, que en el área de la Albufera ocurre aproxima-

damente a los 40 mts. de profundidad. Entre este nivel y el de 70 mts. en que desaparece el *Globigerinoides obliquus obliquus* hay un tramo de 30 mts. en el que situamos el contacto Plioceno/Pleistoceno. Además la primera aparición de *Globorotalia* de los grupos *inflata* y *crassaformis* en lechos inmediatamente inferiores, propios del Astiense, más nos confirman en la recta interpretación del origen del Cuaternario en el subsuelo de Mallorca.

Aunando criterios paleomagnéticos y microfaunísticos tiene aquí su importancia la deteriorización de un clima global inferocuaternario (Thunell & Belyea 1982; Gorsen & Troelsa 1981) cuya incidencia mediterranea se acusa en el drástico descenso de la temperatura invernal (7-14ºC.)(Thunell 1979b), determinado por el retorno a la polaridad normal del "Matuyana/Brunhes Boundary" de la base del Siciliense (0,69 m. a.)(Berggren & alt. In: Moore).

Es en el límite plio-pleistocénico cuando aparece la configuración de la actual provincia planctónica del área mediterránea (Thunell 1978), con la permanencia de elementos finipliocénicos autóctonos y la llegada origopleistocénica de una fauna de transición (Gr. *truncatulinoides* y G. *inflata*) junto con otras formas subpolares (G. *bulloides* y *Neogloquadrina pachyderma*) asociadas a la evolución hidrodinámica interglaciar atlántica y/o a la evolución morfológica de sus posibles ancestros del Estratotipo italiano.

La escasa microfauna cuaternaria de este sondeo nos impide, lógicamente, presentar más conclusiones que premisas, en espera de publicar los resultados basados en el estudio de otros sondeos del área balear. Por ahora, creemos aceptables los precedentes criterios y los pocos datos en favor del fin del Neógeno en el subsuelo del Levante insular. Siempre tomando por línea divisoria el " Olduwai Event", la aparición de Gr. *truncatulinoides* y la de los grupos *crassaformis* e *inflata*, del Calabriense la primera y del Astiense los segundos. Entre ambos pisos está el límite Plioceno/Pleistoceno, que marca también la pauta geomorfológica de las áreas lacustres de Mallorca, después de la regresión astiense del brazo de mar que empalmaba la actual Bahía de Palma con la dilatada Bahía de Alcudia y Pollensa.

CONCLUSIONES:

La sola aplicación del "datum" micropaleontológico en la cronología bioestratigráfica, sin tener en cuenta los grandes eventos paleoceanográficos, ofrece una visión muy reducida del fenómeno geodinámico, (Berggren & Hollister

1977; Thunell & Belyea 1982; Zeizschel 1978, etc.). Por esto en el presente trabajo hemos intentado destacar los siguientes hechos:

1. Las equivalencias de las sucesivas biofacies del S-31 con aquellas que actualmente determinan los niveles sedimentarios litorales y hemipelágicos del Mar Balear. Esto respecto de las transgresiones tortoniense y pliocénica, mientras que las regresiones tortono-mesiniense y plio-pleistocénica ofrecen unas biofacies identicas a las de las actuales áreas lacustres de Mallorca.

2. La relación entre los cambios de nivel marino y el índice plancton/bentos obedece a las fluctuaciones del binomio superficie-volumen del medio, teniendo en cuenta que los máximos de productividad microfaunística están ligados a la capa fótica y a la incorporación de elementos y compuestos inorgánicos de las capas inferiores, gracias sobre todo a los afloramientos presentes en su mayoría en la vertical de la plataforma continental que une los fondos oceánicos con el lado occidental de los grandes bloques geológicos (Margalef 1974; Mateu 1980; Zeitzschel 1978).

La alta productividad inferopliocénica (Zancliense) detectada en el subsuelo de la Albufera de Alcudia obedece a la gran transgresión finimesiniense, y no puede disociarse de la formación del Estrecho de Gibraltar (Hsu & alt. 1978) como tampoco puede interpretarse sin tener en cuenta la gran eclosión microfaunística del área atlántica ibérico-africana, coetánea de las margas zoógenas del sondeo-31, cuyos "data" (*Sphaeroidinellopsis seminulina, Globorotalia margaritae, Globigerina nepenthes*, etc.) corresponden a las especies típicas de aquellas aguas que, en cascada, entraron en el Mediterráneo (Thunell & Belyea 1982; Berggren & Andurer 1973).

3. Por ahora, no vemos clara en nuestros materiales la relación de salinidad-temperatura con el sentido de enrollamiento de los Foraminíferos, habida cuenta de los rigurosos datos de Thunell (1979b). La afinidad paleoclimática del Plioceno con el Holoceno y la preponderancia sinistrógira en ambos momentos nos hace pensar en la influencia de tales parámetros ecológicos sobre el tipo de desarrollo de caparazones. No obstante, vemos más palpable la realidad de que en los momentos transgresivos el aumento de superficie-volumen del medio marino favorece una mayor "planctonización", con preponderancia sobre todo de individuos sinistrorsos. Así Gr. *margaritae*, Gr. *puncticulata*, etc. en el Plioceno y *Globorotalia inflata*, Gr. *truncatulinoides*, etc. en el Holoceno. Tales formas llegan a alcanzar el 75% del total de las poblaciones.

4. Dejando para otra ocasión un estudio más detallado de las especies con

mayor valor estratigráfico, proponemos para el Sondeo-31 las siguientes biozonas: G. *nepenthes*-Tortoniense; Nq. *acostaensis*-Tortoniense sup.; Gr. *mediterranea*-Mesiniense; *Sphaeroidinellopsis*-acme, Gr. *puncticulata* y Gr. *margaritae*-Zancliense/Tabianiense; Gs. *obliquus extremus*-Plasenciense/Astiense; Gr. *crassaformis* y Gr. *bononiensis-inflata*-Astiense; Gr. *truncatulinoides*-Calabriense o Cuaternario inferior.

Entre las 71 especies estudiadas destaca la importancia cronológica de estas formas, que no podemos disociar del contexto geológico bético-balear que condicionó la inmigración atlántica coetánea de la evolución "in situ" de formas propias del estratotipo italiano.

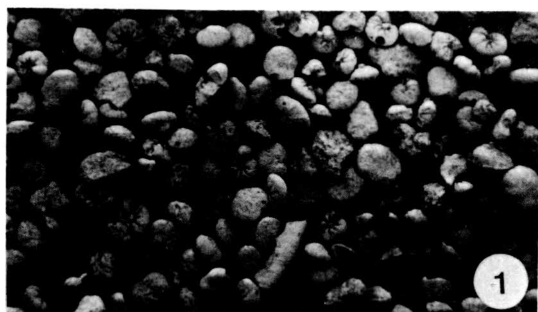
5. El cierre tortoniense del "Iberian Portal" y la abertura pliocénica del Estrecho de Gibraltar no sólo determinaron el ascenso del umbral atlanto-mediterráneo, con la consecuente sustitución de la fauna sicrosférica por elementos termosféricos (Benson R.H. 1976), sino que las nuevas características de la circulación intramediterránea (Berggren & Hollister 1977; Ryan & alt. 1966; Lacombe & Tchernia 1971; Katz 1972, etc.) quedan reflejadas en el oxígeno isotópico de los caparazones planctónicos, de carácter transicional (13-23°C) en el Mediterráneo Occidental y de predominio tropical-subtropical (15-26,5°C) al Este del Estrecho de Sicilia (Benson 1976; Thunell 1978), que sirve de umbral a la cubeta mediterranea oriental que goza de una mayor "continentalización" de sus biofacies pero que a la vez sirve de refugio a una microfauna más termófila cuyas formas ancestrales son afines a las del Tortoniense de Mallorca (Mateu 1976). Motivo, entre otros, que contradice la desecación completa del Mediterráneo en el Mesiniense (Carrasco & alt. 1977; Nesteroff & alt. 1972; Cita & alt. 1978b; Busson 1979, etc.)

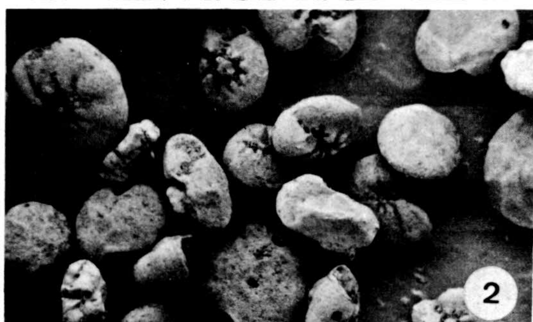
6. A la vista del perfil biocenótico adjunto el origen geomorfológico de la actual Albufera de Alcúdia hay que relacionarlo, a nivel de los 80 mts. de profundidad con aquella regresión astiense del brazo de mar que cubría de Este a Oeste el interior de Mallorca y cuyos relictos lacustres (Alcúdia, Campos-Llucmajor, Sant Jordi, etc.) ofrecen unas biocenosis de "Lago Mare" (*Cyprideis torosa, Ammonia beccarii, Chara* sp., *Darwinula* sp., etc.) típicas del ambiente regresivo mediterráneo, (Mateu & alt., en prensa).

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. D. Guillermo Colom por los materiales y la bibliografía.

Al Prof. Dr. Luis Vallmitjana y a los Dres. R. Bargalló y R. Fontarnau por la acogida y facilidades en el "Servei de Microscopia Electrónica de la Universitat de Barcelona".









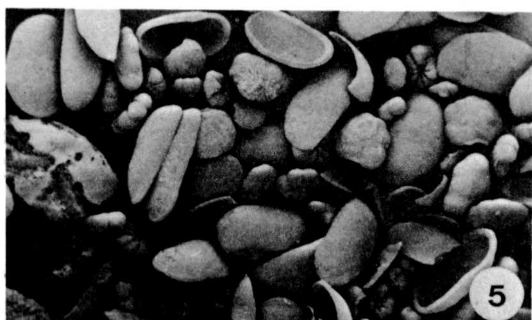
BIOFACIES CARACTERÍSTICAS

1. *Marino-lacustre:*
   Ammonia beccarii L.
   8-12 mts. prof.
   x 12.
   Holoceno

2. *Marino-Lacustre*
   Detalle de ant.
   x 30.

3. *Marino-lacustre*
   Cyprideis torosa (Jon.)
   A. *beccarii* (L.)
   28 mts. prof.
   x 12
   Holoceno

4. *Marino-lacustre*
   Cyprideis torosa (J.)
   Frag. moluscos.
   28 mts. prof.
   x 12
   Holoceno.







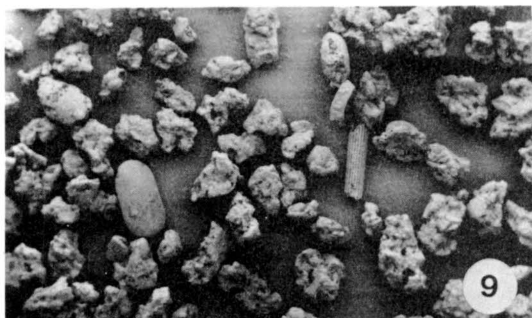


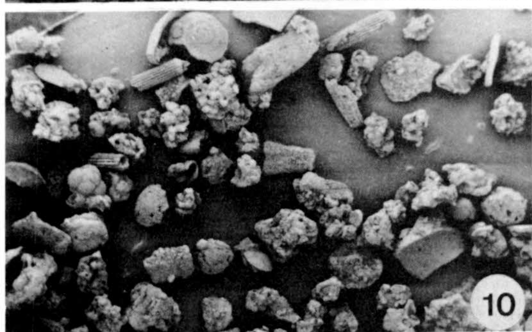
5. *Marino-lacustre:*
Ammonia beccarii (L.)
Cyprideis torosa (J.)
29 mts. prof.
x 12
Pleistoceno/Holoceno.

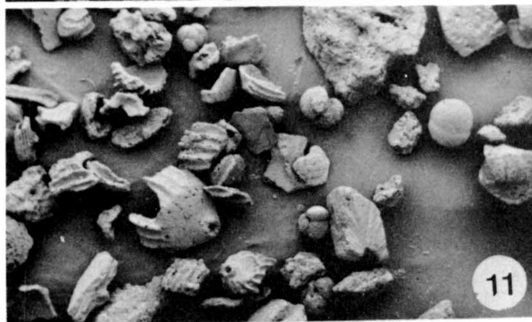
6. *Marino-lacustre:*
Estéril.
31 mts. prof.
Pleistoceno/Holoceno.
x 12

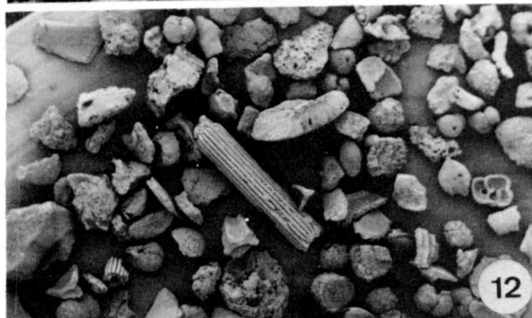
7. *Marino-lacustre:*
Fauna marina "reworked"
Elphidium crispum L.
Frag. vegetales (Posidonia?)
Sediment. terrígenos
61 mts. prof.
Astiense.
x 12.

8. *Marino-lacustre:*
Ammonia beccarii (L.)
Individuos piritizados y glauconitizados.
65 mts. prof.
x 12.







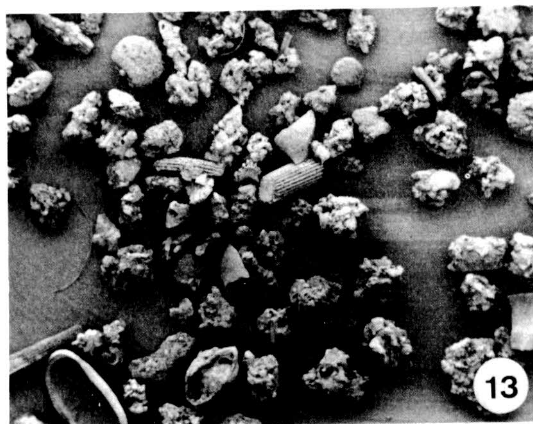


9. *Marino-regresiva.*
Calcarenitas con espículas de Equínido y Ostrácodos oligohalinos.
Prof.: 102-115 mts.
x 12
Plasenciense

10. *Marino-regresiva:*
Calcarenitas con indiv. bentónicos "Reworked" y planctónicos atípicos:
Nq. aff. *dutertrei.*
Prof.: 110-117 mts.
x 12
Plasenciense.

11. *Marino-transgresiva:*
Elementos planctónicos *Sphaeroidina bulloides,* Gs. *obliquus,* etc. y fauna bentónica "Reworked": *Marginulina costata,* etc.
Prof. 118 mts.
x 12
Plioceno medio.

12. *Marino-transgresiva.*
Biofacies afín a la ant.
Prof. 118 mts.
x 12
Plioceno medio



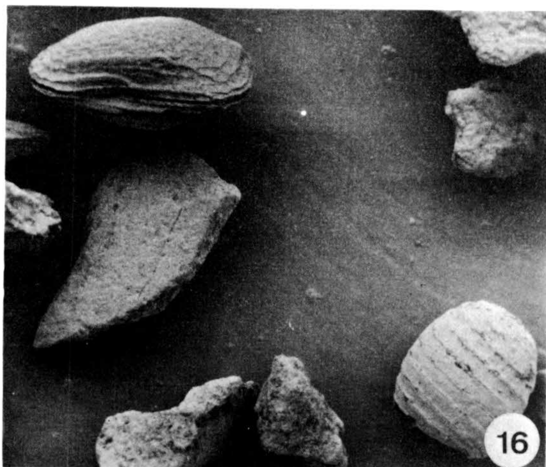




13. *Marino-transgresiva:*
Calcarenitas con ostrácodos y púas de equínidos, Sediment. neríticos de final de transgresión.
Prof. 132 mts.
x 12
Tabianiense.

14. *Marino-transgresiva:*
Biofacies de carácter hemipelágico, propias de margas zoógenas.
Prof. 158 mts.
x 12
Zancliense.

15. *Marino-transgresiva:*
Talocenosis de tendencia hemipelágica: fauna bent. "reworked" y planctónica depositada "in situ".
Prof. 183 mts.
x 12
Zancliense inferior.







16. *Evaporitas*
Oogonio de *Chara* sp. *Aurila punctata* (Munst.)
Esquirlas de moluscos.
Prof. 185-190 mts.
x 30
Mesiniense

17. *Evaporitas*
Frag. de moluscos.
Rizocreciones (?)
Prof. 185-190 mts.
x 12
Mesiniense.

18. *Evaporitas*
Sediment. azoicos con yesos.
Prof. 190 mts.
x 30
Mesiniense.



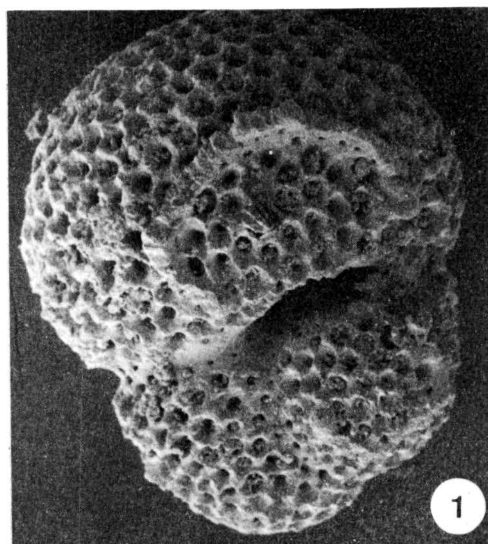


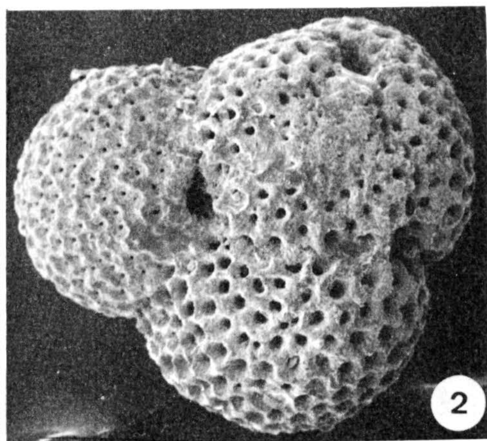


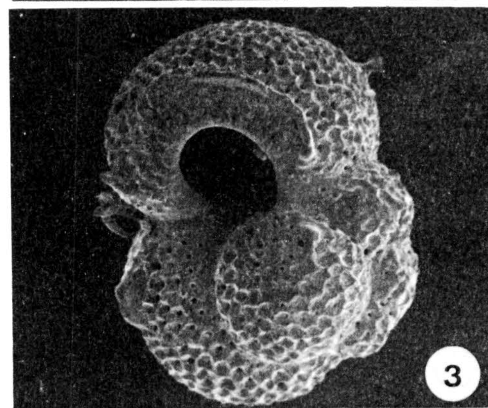
19. *Marino-regresiva*
con tendencia lacustre: *Ammonia beccarii,* fauna "reworked", piritizada y de origen hemipelág.
Prof. 302-274 mts.
x 12
Tortoniense superior.

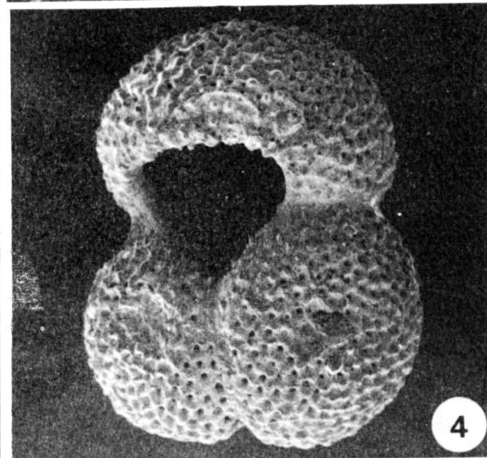
20. *Marino-transgresiva*
Sediment. hemipelágicos, afines a los actuales de 300 a 500 mts. de prof.: *Marginulina costata Cibicides pseudoungerianus* Gs. *trilobus,* Nq. *acostaensis*
x 12
Prof. 312 mts.
Tortoniense medio-inferior.

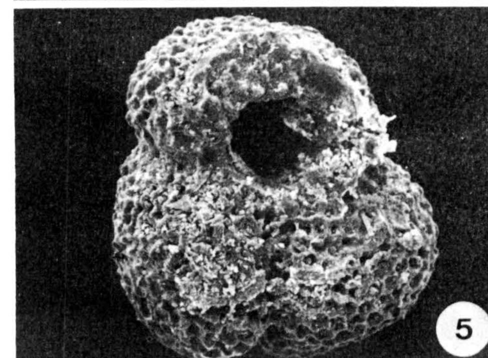
21. *Marino-transgresivo:*
Sedimentación hemipelágica glanconitizada.
x 12
Prof. 316 mts.
Tortoniense medio-inferior.

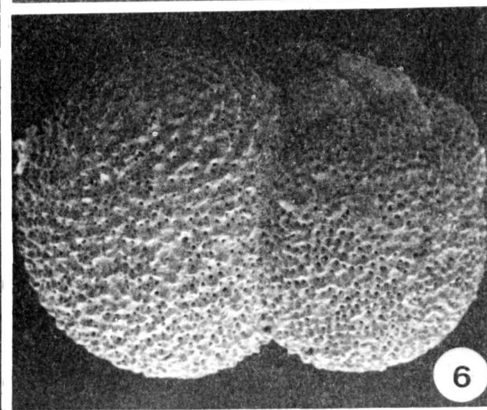




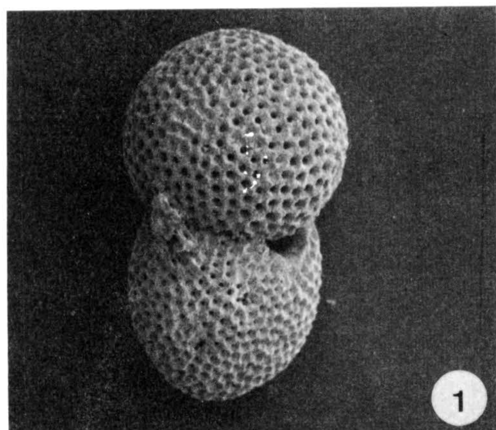


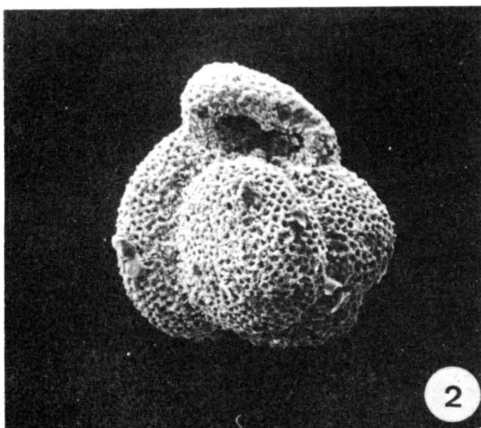


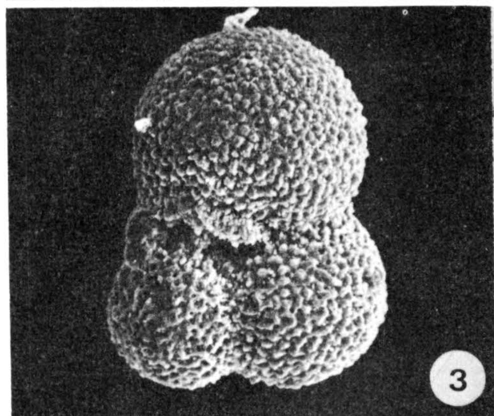


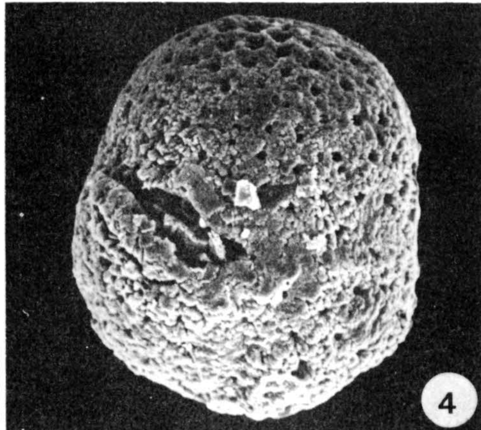


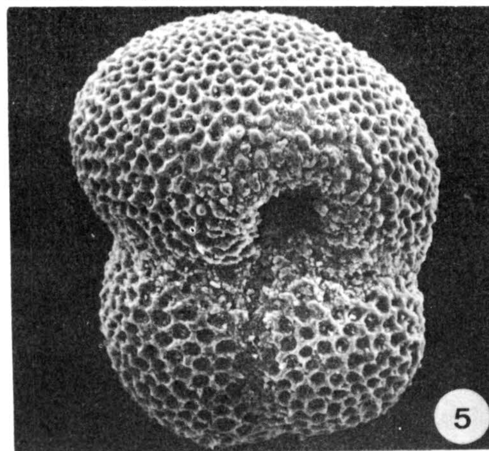
LAMINA I

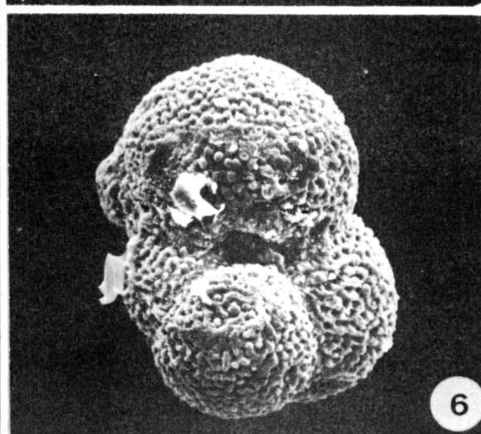




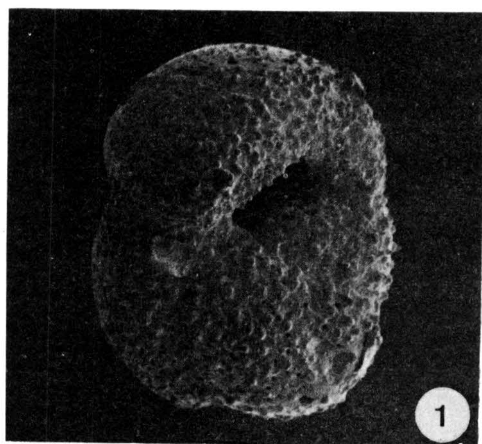


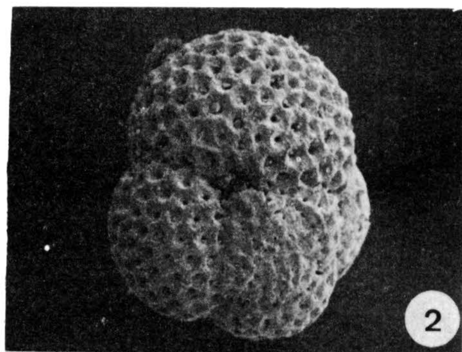


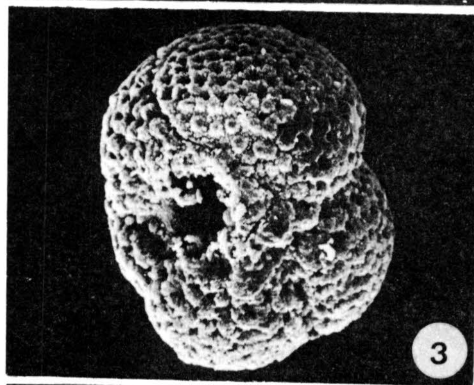


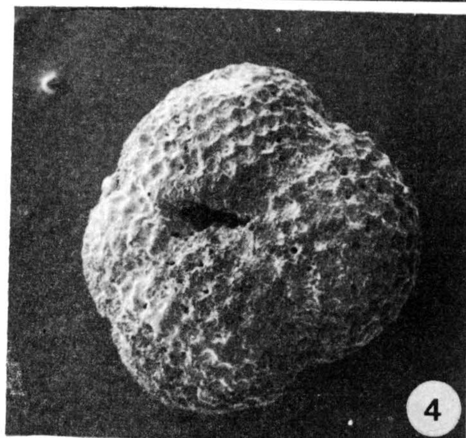


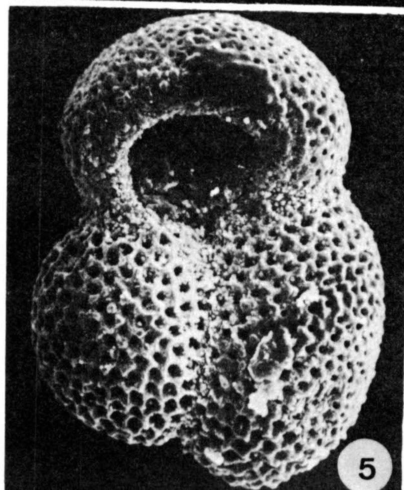
LAMINA II

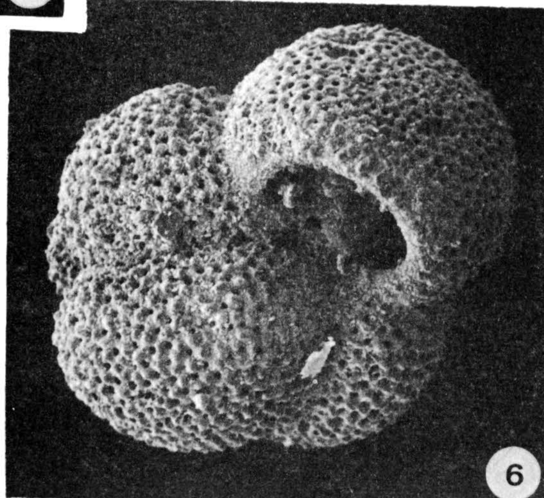




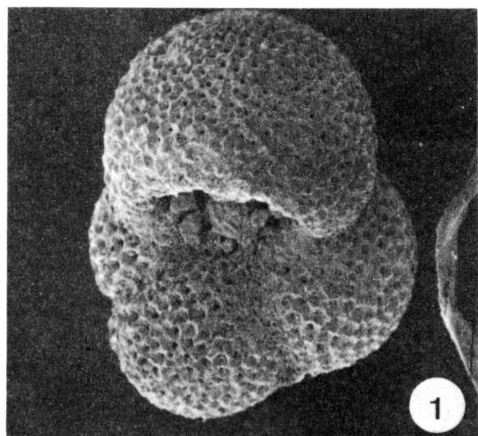


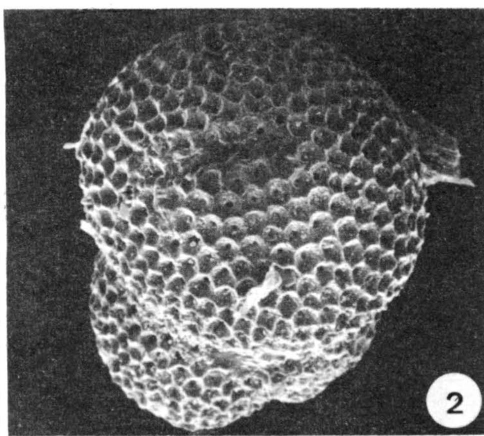


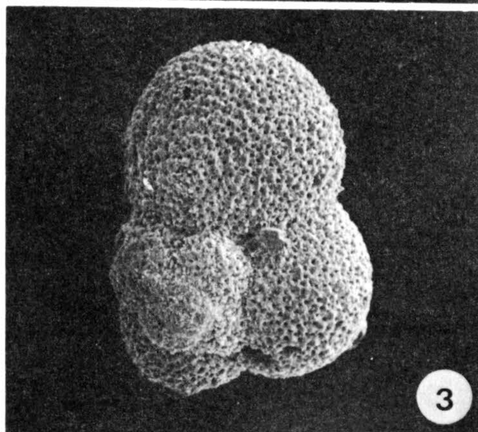


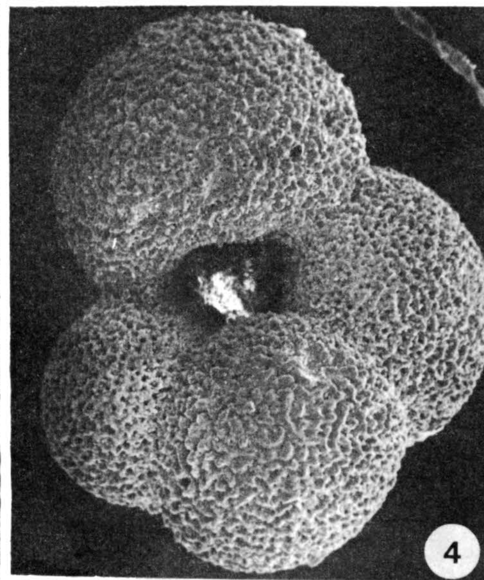


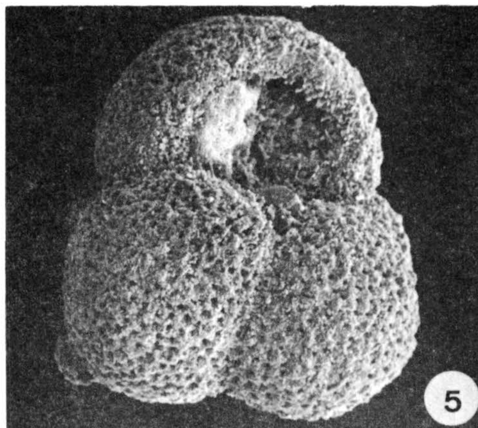
LAMINA III

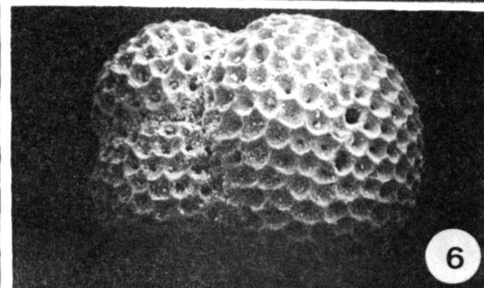




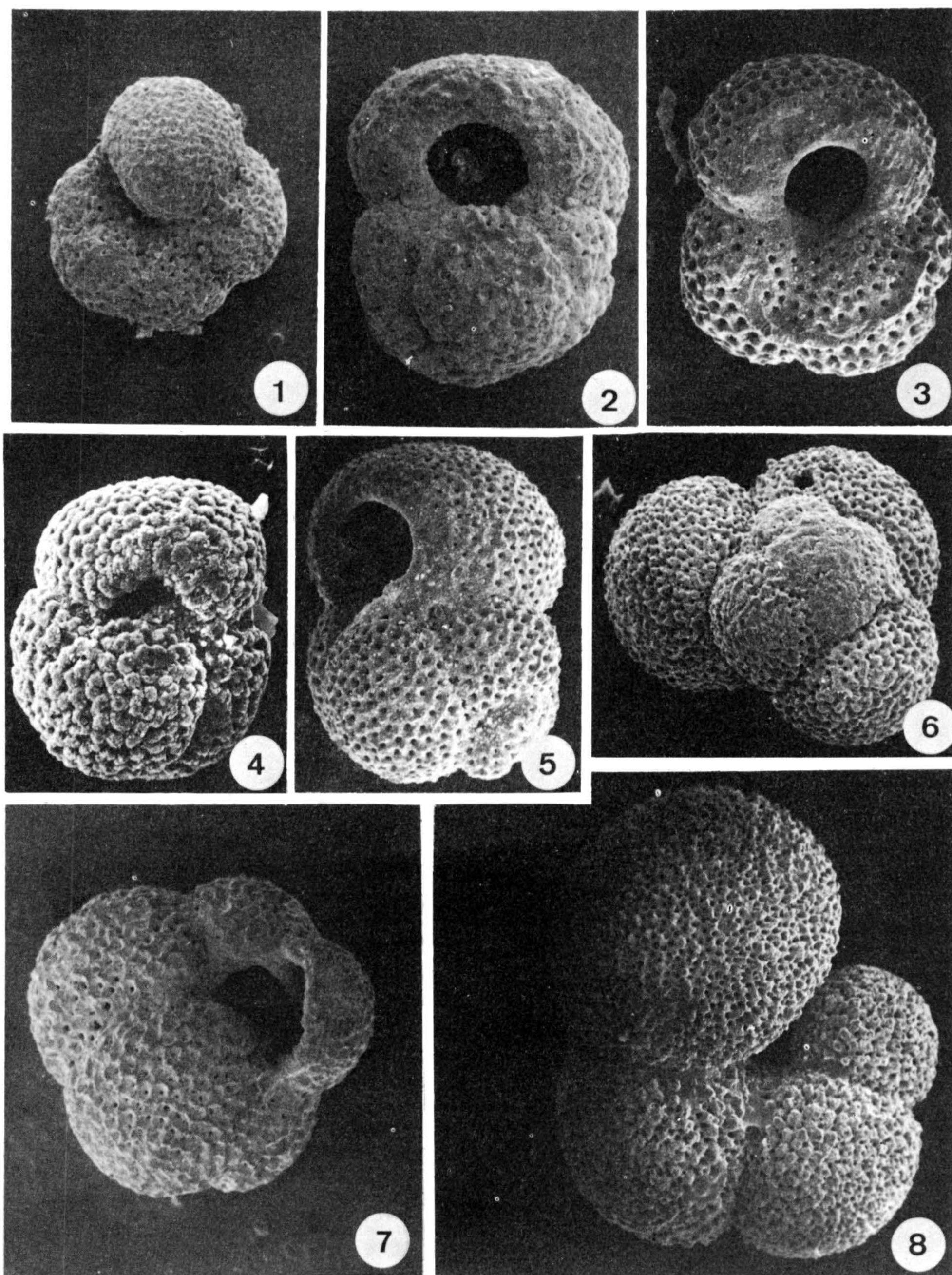




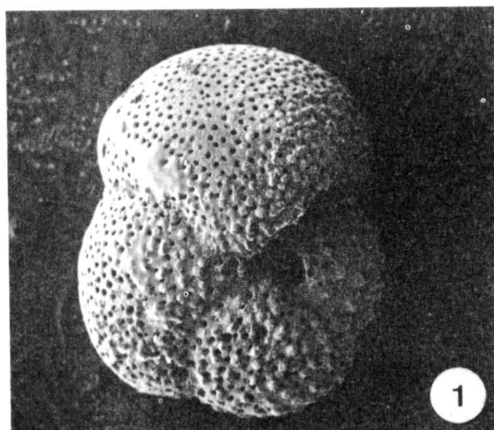


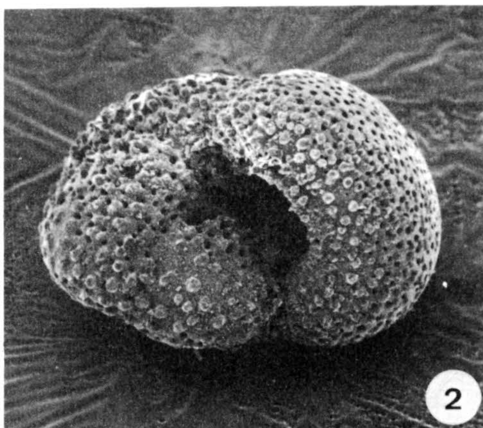


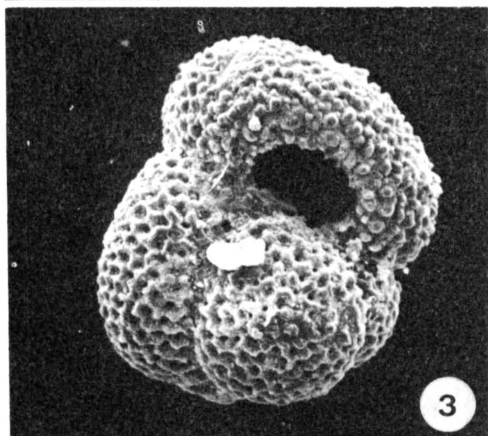
LAMINA IV



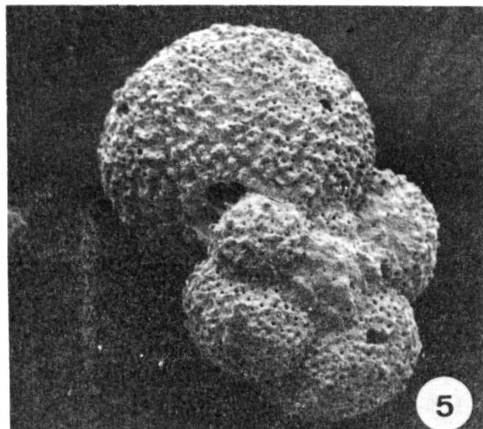
LAMINA V

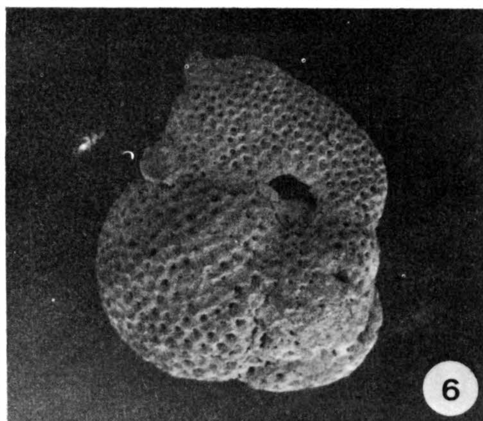




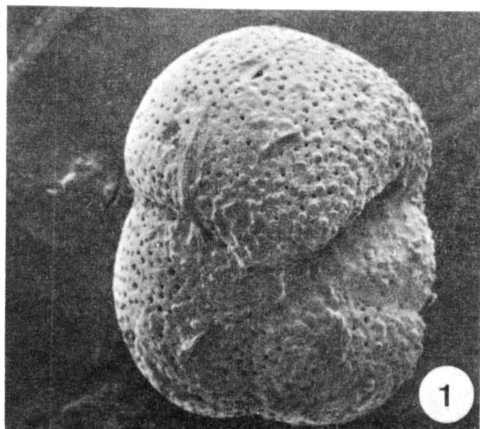


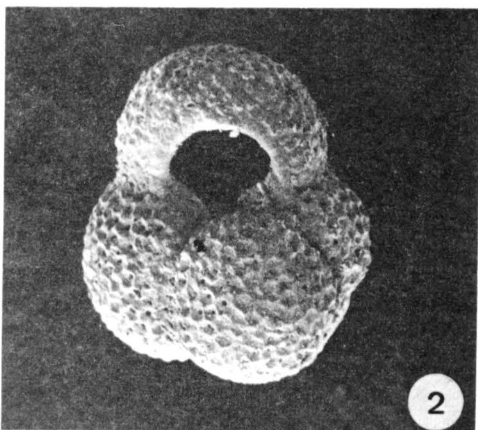


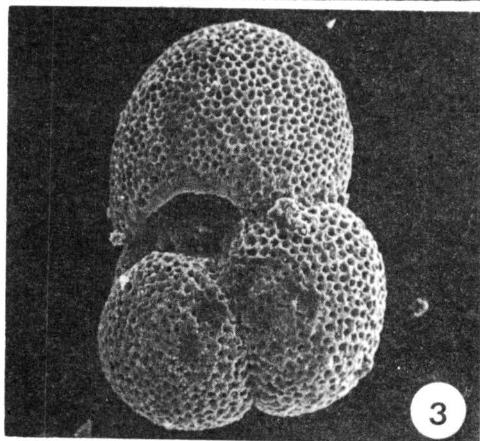


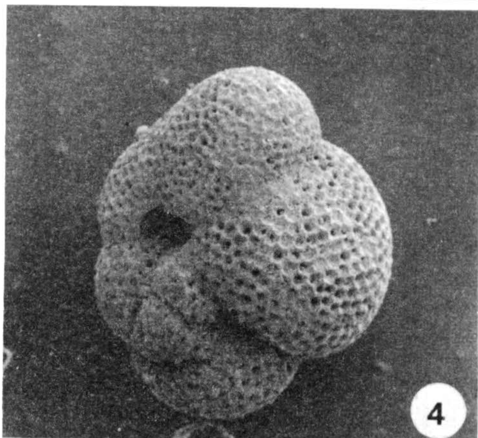


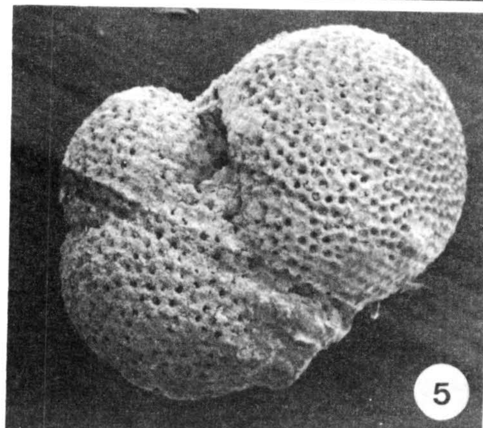
LAMINA VI

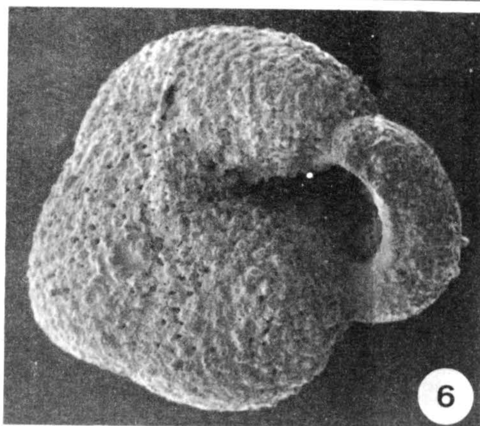




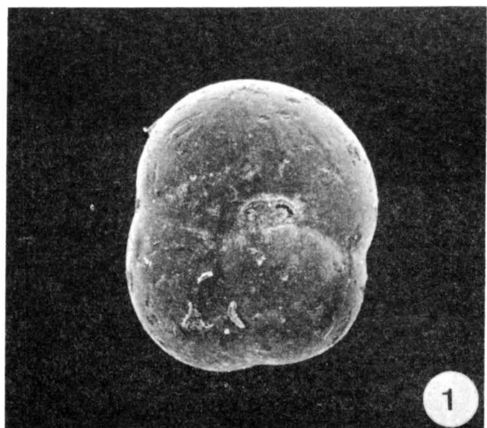


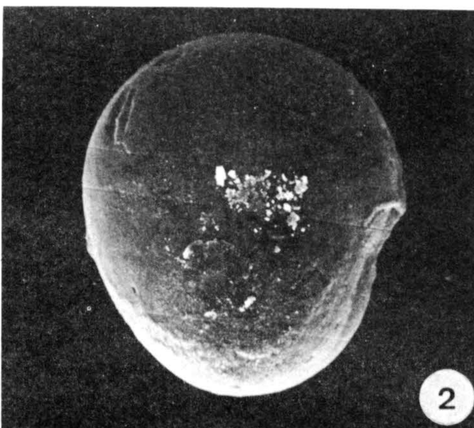


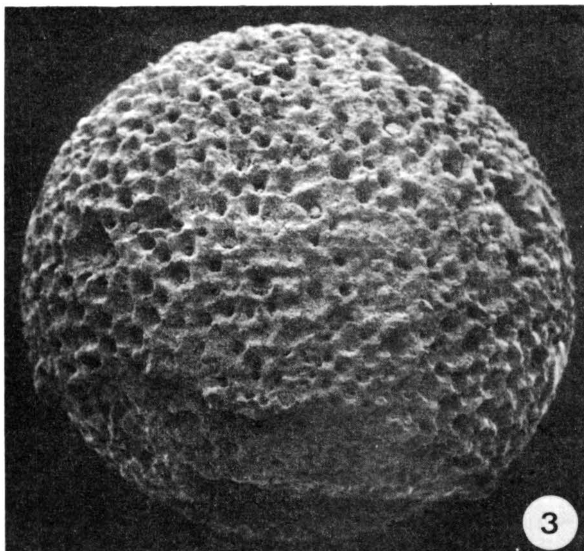


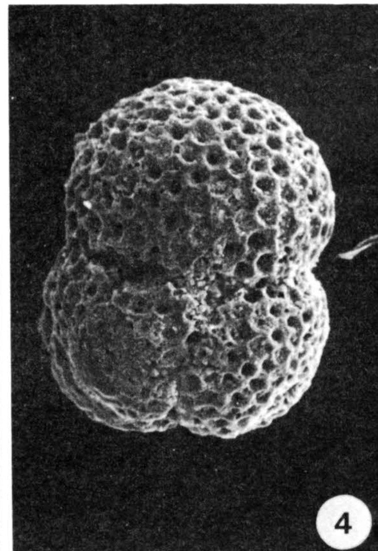


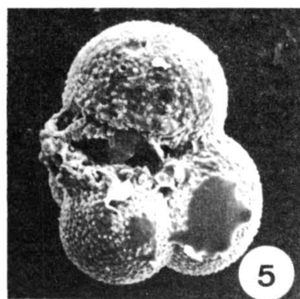
LAMINA VII

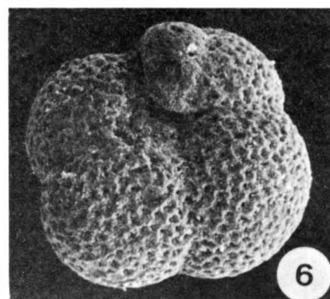


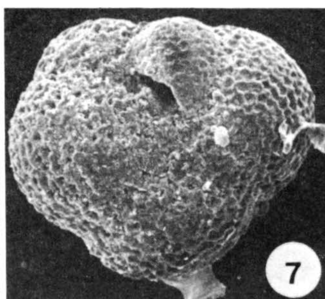




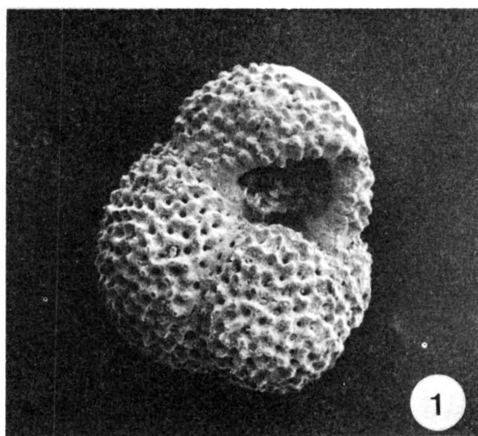


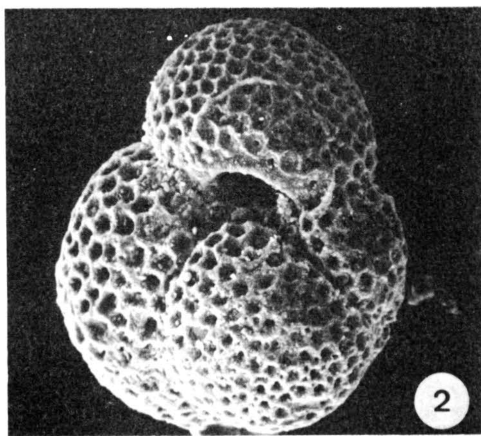


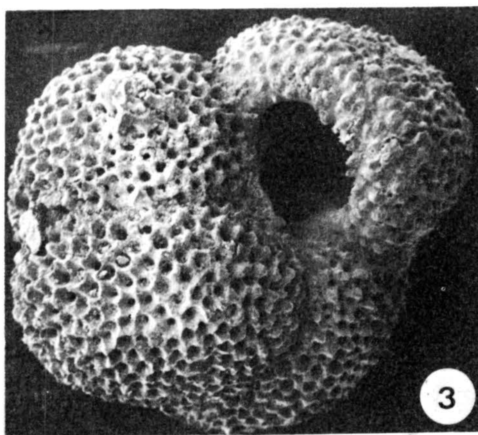


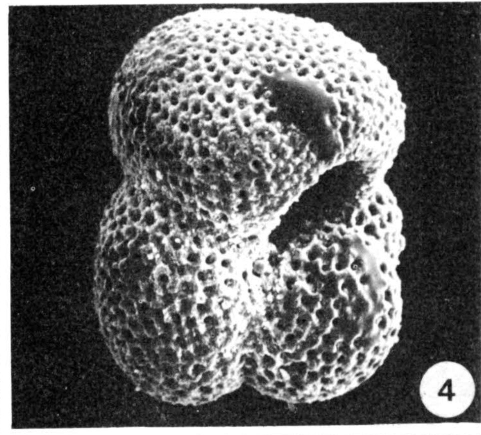


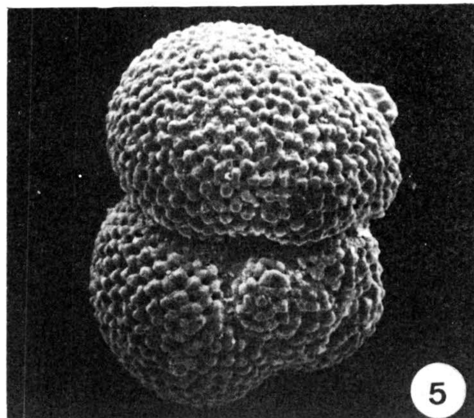
LAMINA VIII

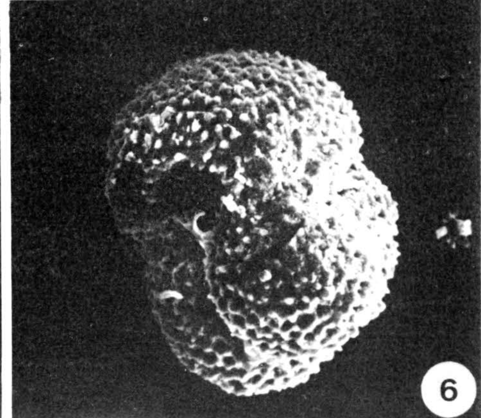




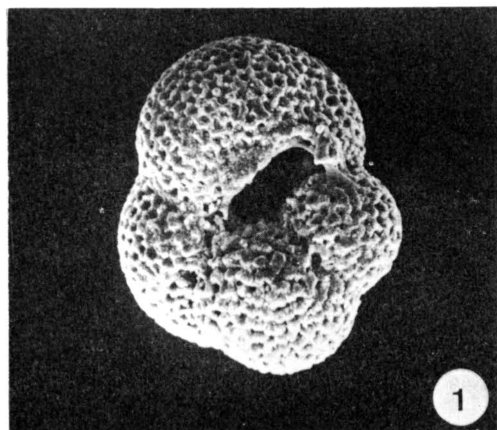


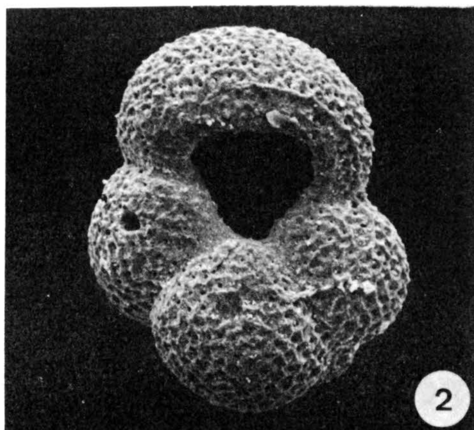


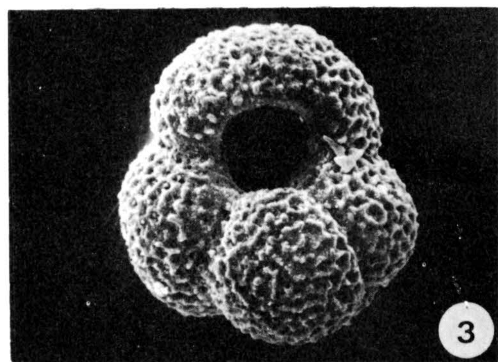


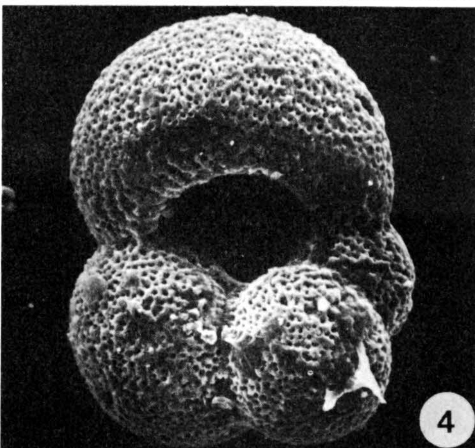


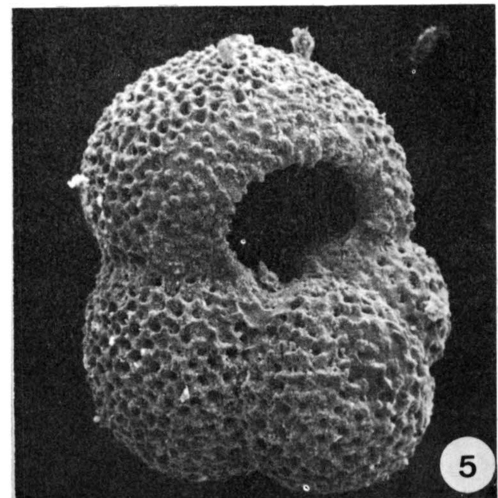
LAMINA IX

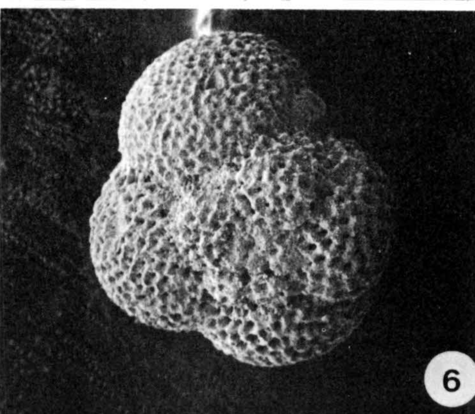




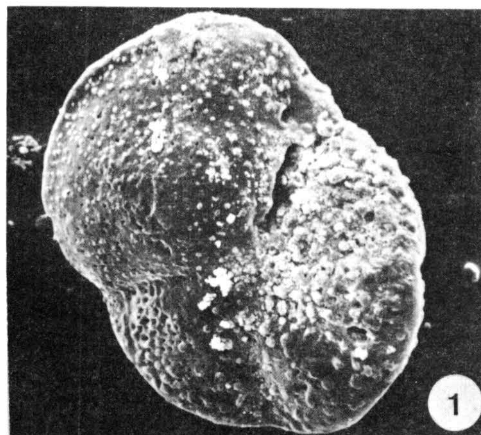


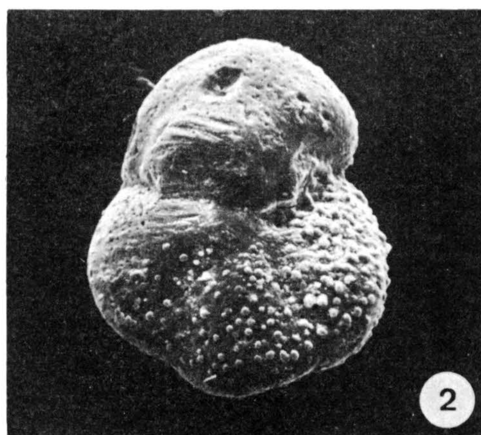


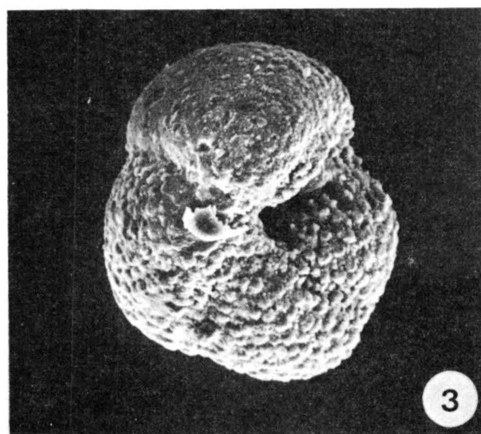


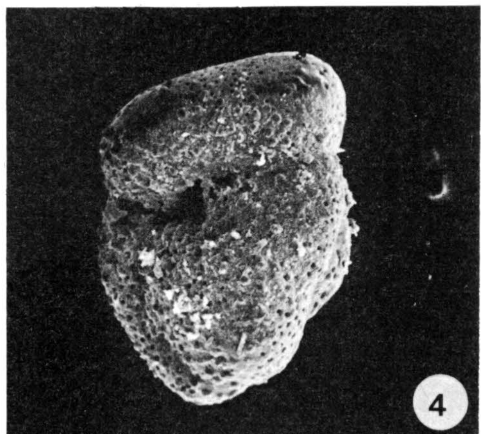


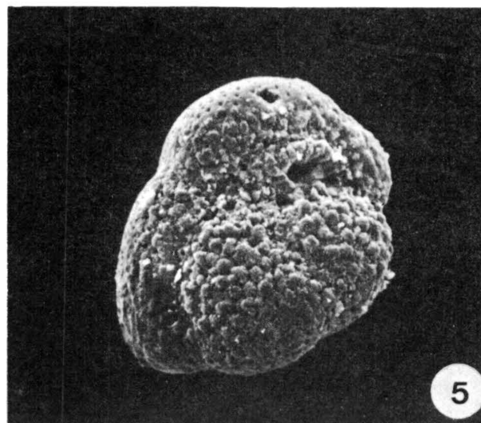
LAMINA X

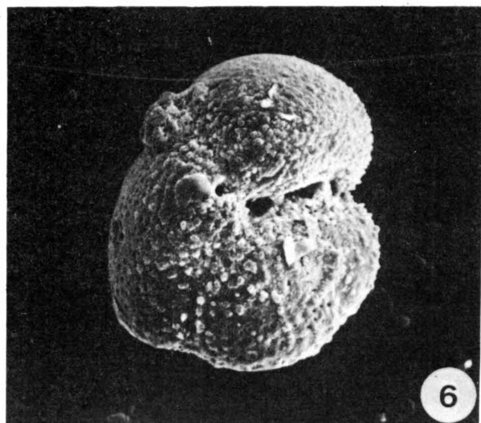




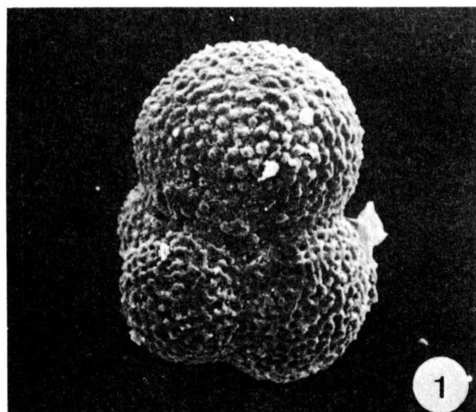


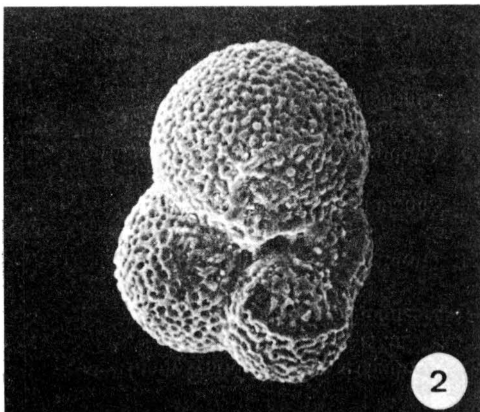


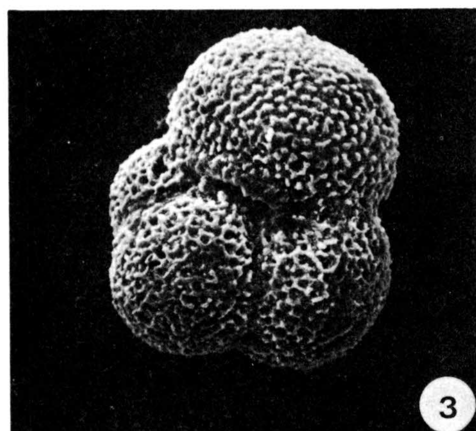


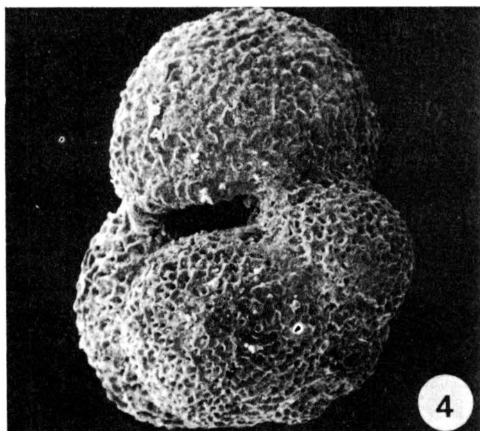


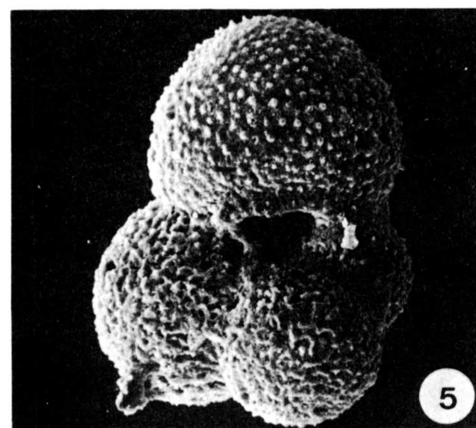
LAMINA XI

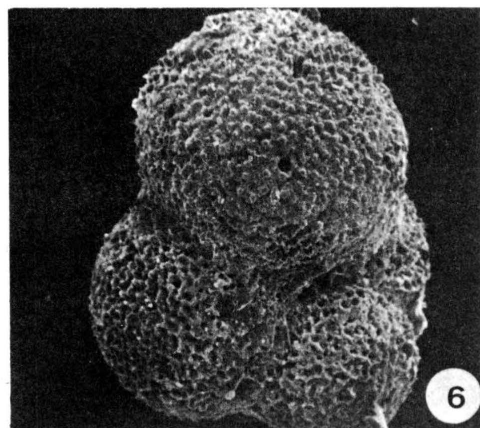




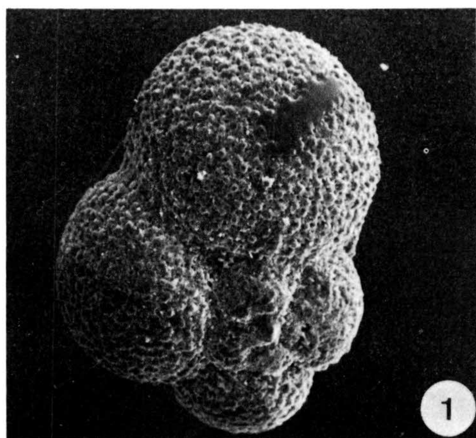


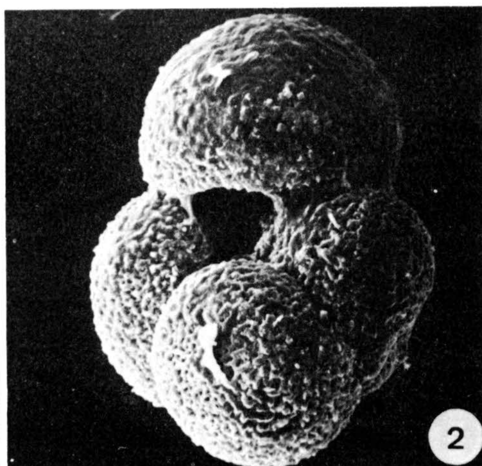


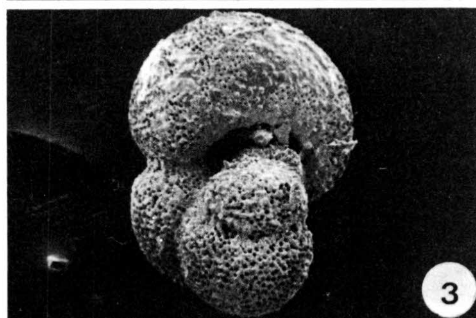


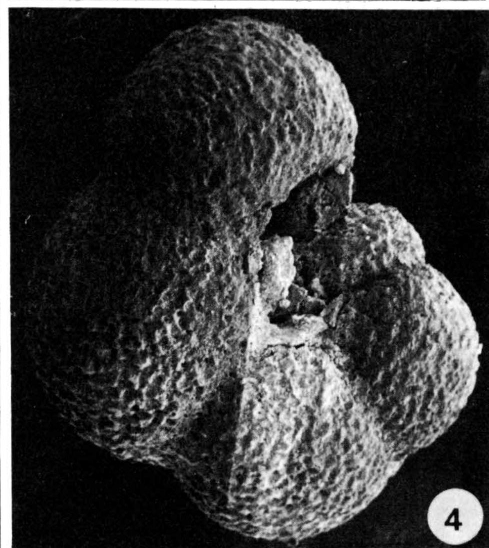


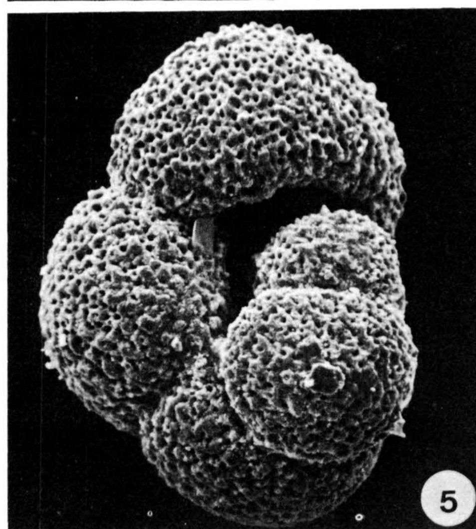
LAMINA XII

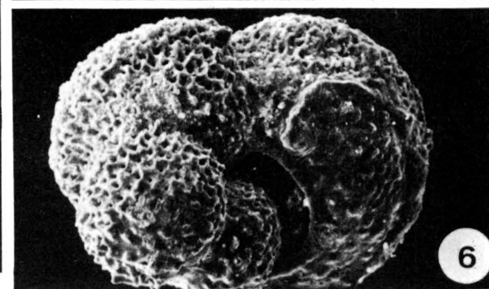




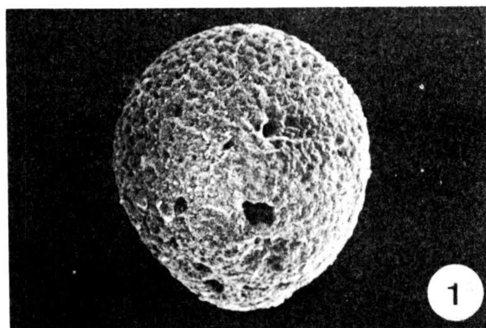


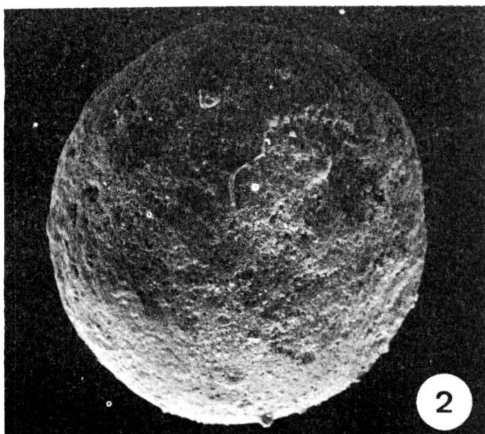


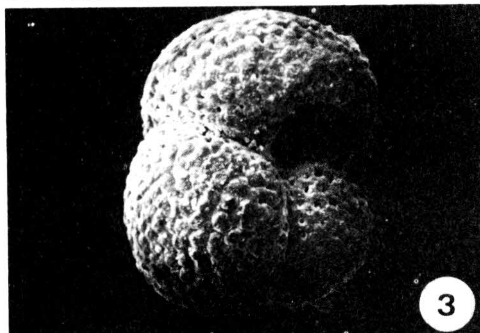


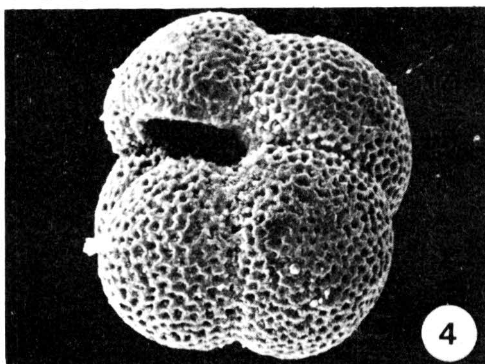


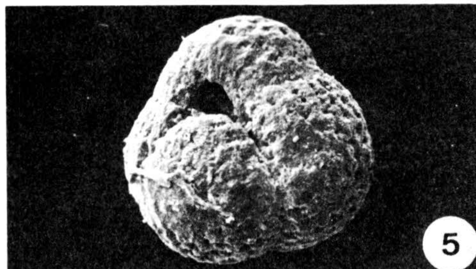
LAMINA XIII

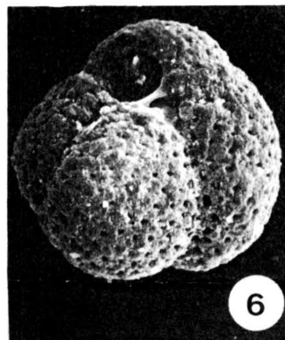


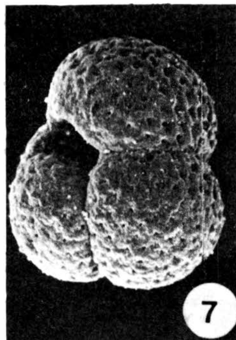


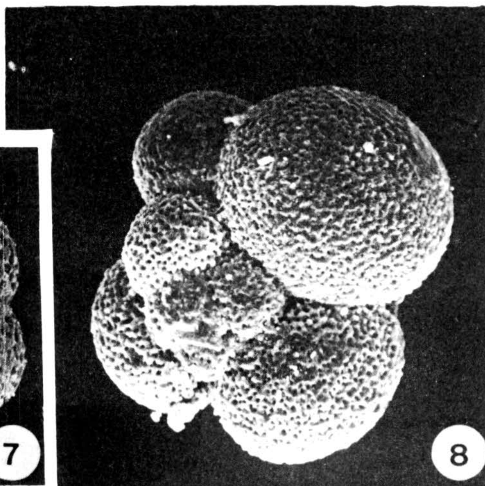




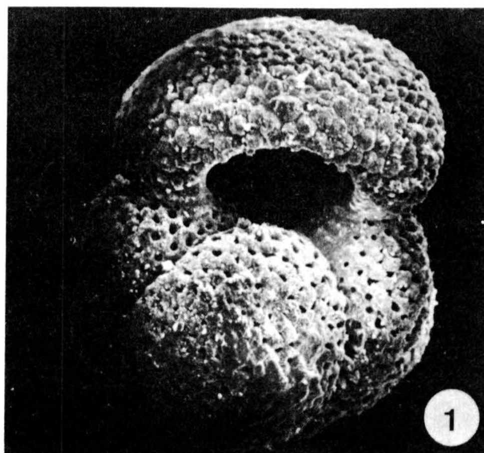


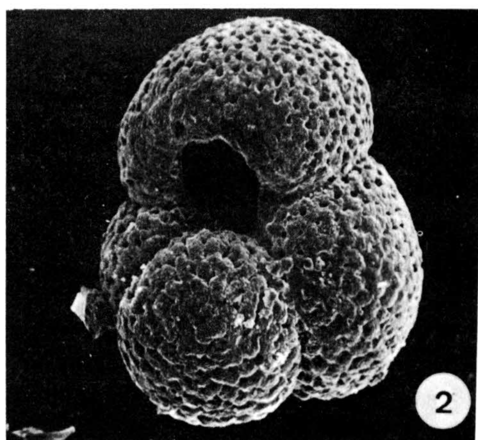


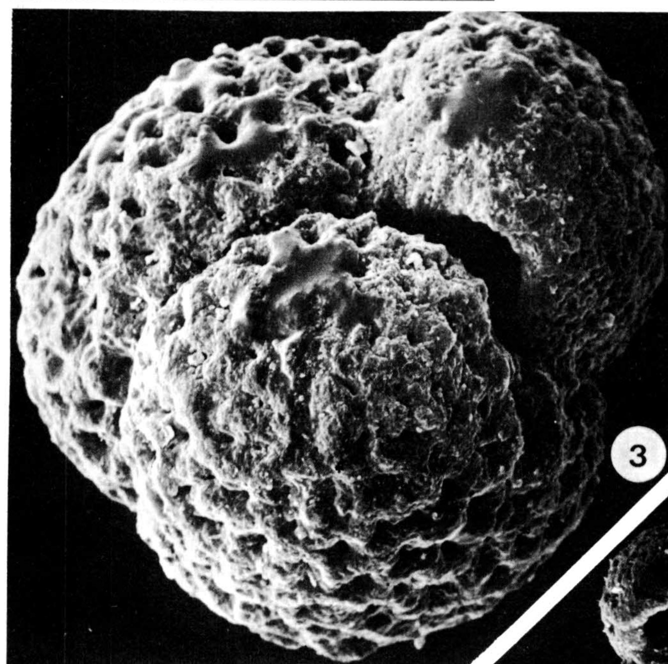


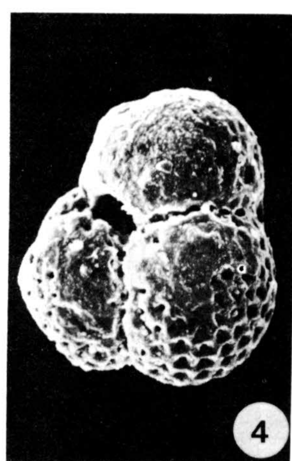


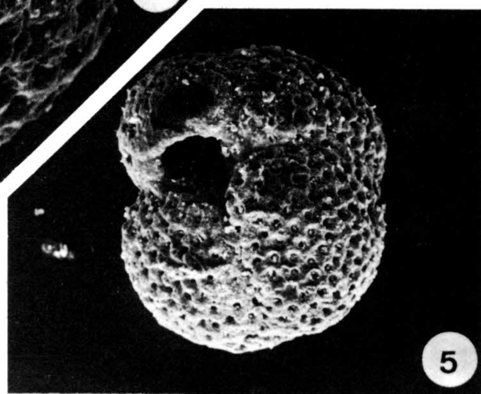
LAMINA XIV











LAMINA XV

LAMINA I.

1. *Globigerinoides trilobus trilobus* (Reuss).
S. 2338f2. x148 S-31 Prof. 118 mts.
Plasenciense (MPL5).

2. *Globigerinoides trilobus sacculifer* (Brady).
S. 2341f7. x148. S-31. Prof. 102-117 mts.
Plasenciense (MPL5).

3. *Globigerinoides bulloideus* Crescenti.
? x148. S-31. Prof. 102-117 mts.
Plasenciense.

4. *Globigerinoides ruber* (d'Orb.) af. formo *rosea* Boltovskoy.
S. 2341f6. x148. S-31. Prof. 102-117 mts.
Plasenciense (Plioceno Medio).

5. *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny).
S. 2239f3. x148. S-31. Prof. 60-109 mts.
Astiense-Plasenciense.

6. *Globigerina praecalida* (Blow).
? x145. S-31. Prof.102-117 mts.
Plasenciense (Plioceno Medio).

LAMINA II

1. *Orbulina bilobata* (d'Orbiny).
S. 2340f7. x74. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno Medio (Tabianicense-Plasenciense).

2. *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny).
S. 2136f7. x74. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno Medio

3. *Globigerinita glutinata* (Egger).
S. 2i36f6. x148. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno Medio

4. *Sphaeroidinellopsis seminulina subdehiscens* (Blow).
S. 2137f4. x148. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno Medio.

5. *Globigerinoides ruber* (d'Orb) forma *cyclostoma* (Galloway & Wisler).
S. 2137f3. x148. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno medio.

6. *Globigerina calida* Parker ssp. *praecalida* Blow.
S. 2137f4. x214. S-31. Prof.114-117 mts.
Plioceno Medio.

LAMINA III.

1. *Globotalia tosaensis* Takayanagi & Saito.
S. 2337f7. x152. S-31. Prof. 120 mts.
Plioceno medio.

2.*Sphaeroidinellopsis seminulina subdehiscens* (Blow).
S. 2338f . x148. S-31. Prof. 127 mts.
Plioceno Medio.

3. *Globigerinoides* aff. *trilobus* (Reuss).
S. 2136f5. x148. S-31. Prof. 114-117.
Plioceno Medio.

4. *Globigerinoides adriatica* (Fornasini).
S. 2339f7. x148. S-31. Prof. 117.
Plioceno Medio.

5. *Globigerinoides ruber* aff *subquadratus* Bronniman.
S. 2137fl. x148. S-31. Prof. 114-117.
Plioceno Medio

6. *Globigerinoides obliquus obliquus* Bolli.
S. 2240f3. x148. S-31. Prof. 117-127 mts.
Plioceno Inferior.

LAMINA IV.

1. *Globigerina bulloides* d'Orbiny.
S. 2340f8. x148. S-31. Prof. 117 mts.
Plioceno Superior.

2. *Globigerinoides trilobus trilobus* (Reuss).
S. 2240f2. x148. S-31. Prof. 117-127 mts.
Plioceno.

3. *Globigerinita glutinata* (Egger).
S. 2239f5. x148. S-31. Prof. 117-127 mts.
Plioceno Medio.

4. *Globigerina bulloides* d'Orbigny.
   S. 2239f4. x148. S-31. Prof. 117-127
   Plioceno Medio.

5. *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny).
   S. 2239f6. x148. S-31. Prof. 117.127 mts.
   Plioceno Medio.

6. *Globigerinoides trilobus trilobus* (Reuss).
   S. 2239f7. x148. S-31. Prof. 117-127 mts.
   Plioceno Medio.

LAMINA V

1. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow).
   S. 2338f7. x148. S-31. Prof. 132 mts.
   Tortoniense.

2. *Globigerina apertura* Cushman.
   S. 2338f5. x150. S-31. Prof. 120 mts.
   Tortoniense.

3. *Globigerinoides* gr. *subquadratus* Bronniman-*ruber* (d'Orb.)
   S. 2238f8. x148. S-31. Prof. 132 mts.
   Mioceno sup. y Plioceno.

4. *Globigerinoides conglobatus* Brady).
   S. 2137f2. x148. S-31. Prof. 114-117 mts.
   Tortoniense-Zancliense.

5. *Globigerinoides* aff. *elongatus* (d'Orb.)
   S. 2238f5. 148. S-31. Prof. 132 mts.
   Zancliense-Tabianiense (MPL3-MPL4).

6. *Globigerinita glutinata* (Egger).
   S. 2238f8. x148. S-31. Prof. 132 mts.
   Plioceno Medio. MPL4. Zancl./Tabian.

7. *Globoquadrina* gr. *dutertrei* (d'Orb.) -*eggeri* (Rhumbler).
   S. 2337f6. x148. S-31. Prof. 132 mts.
   Plioceno Sup.

8. *Globorotalia (Turborotalia) obesa* (Bolli).
   S. 2239f2. x148. S-31. Prof. 132 mts.
   Plioceno medio-superior.

LAMINA VI

1. *Globorotalia* (T) *puncticulata puncticulata* (d'Orb).
   S. 2055f4. x148. S-31. Prof. 149-158 mts.
   Plioceno inferior.

2. G. (T) *puncticulata puncticulata* (d'Orb). Detalle de la ant.
   S. 2055f4. x148. S-31. Prof. 149-158.mts
   Plioceno inferior

3. *Globigerinoides obliquus* Bolli
   S. 2135fl. x148. S-31. Prof. 149-158 mts.
   Plioceno Medio.

4. G. (T). *punticulata padana* Dondi & Papetti.
   S. 2057f3. x148. S-31. Prof. 149-158 mts.
   Plioceno Medio.

5. *Globorotalia* (T) *obesa* (Bolli).
   S. 2055f5. x148. Prof. 149-158 mts.
   Plioceno Medio.

6. *Globigerinoides trilobus sacculifer* (Brady)
   S. 2337f8. x148. S-31.
   Plioceno inferior.

LAMINA VII

1. *Globorotalia* (T) *puncticulata puncticulata* (d'Orb)
   S. 2339f6. x148. S-31. Prof. 183-195.
   Mesiniense/Zancliense.

2. *Globigerina apertura* Cushman.
   S. 2057f6. x145. S-31. Prof. 185-195.
   Mesiniense/Zancliense.

3. *Globigerinoides trilobus quadrilobatus* Banner y Blow
   S. 2052f4. x74. S-31. Prof. 183-195 mts.
   Mesiniense/Zancliense.

4. *Globigerinoides trilobus sacculifer* (Brady).
   S. ? x148. S-31. Prof. 183-195 mts.
   Zancliense.

5. *Globigerinoides trilobus inmaturus* Le Roy.
   S. 2339f5. x74. S-31. Prof. 183-195. mts.
   Zancliense inf.

6. *Globigerina* aff. *woodi* Jenkins. (?)
   S. 2340f2. x22 . S-31. Prof. 132 mts.

LAMINA VIII.

1. *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny.
   S. 2241f6. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Tortoniense-Zancliense.

2. *Sphaeroidina bulloides* d'Orb.
   S. 2134f5. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Tortoniense-Zancliense.

3. *Obulina suturalis* Bronniman.
   S. 2054f4. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Tortoniense-Mesiniense.

4. *Sphaeroidinellopsis seminulina subdehiscens* (Blow).
   S. 2132f6. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Mesiniense-Zancliense.

5. *Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina* (Schwager).
   S. 2133f4. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Mesiniense-Zancliense.

6. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow).
   S. 2241f8. x150. S-31. Prof. 226-232 mts.

7. *Globorotalia falconarae* Giannelli-Salvatorini.
   S. 2240f5. x150. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Tortoniense.

LAMINA IX.

1. *Globigerinoides obliquus obliquus* Bolli.
   S. 2054f7. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Mesiniense-Zancliense.

2. *Globigerina nepenthes* Todd.
   S. 2054f7. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Tortoniense-Zancliense.

3. *Globigerinoides obliquus obliquus* Bolli, Bolli & Bermúdez.
   S. 2053f3. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
   Mesiniense- Zancliense.

4. *Globigerinoides obliquus* Bolli ssp. *extremus* Bolli & Berm.
S. 2135f4. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Zancliense.

5. *Globigerinoides trilobus inmaturus* Le Roy.
S. 2134f6. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense-Zancliense.

6. *Globigerinoides* gr. *subquadratus* Bronniman-*ruber* d'Orbigny.
S. 2134f4. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense-Zancliense.

LAMINA X.

1. *Globigerinoides bulloideus* Crescenti
S. 2135f3. x148 S-31 Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

2. *Globigerina ampliapertura* Bolli.
S. 2134f1. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense Sup.

3. *Globigerina decoraperta* Takayanagi & Saito.
S.2134f1. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

4. *Globigerina bulloides* d'Orbigny.
S. 2134f3. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense-Zancliense.

5. *Globigerina decoraperta* Takayanagi & Saito.
S. 2240f8. x150. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

6. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow).
S. 2054f5. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense-Mesiniense.

LAMINA XI.

1. *Globorotalia mediterranea* Catalano & Sprovieri.
S. 2133f2. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

2. *Globorotalia margaritae* Bolli & Bermúdez *"forma mediterranea"*
S. 2133f3. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense-Zancliense.

3. *Globorotalia ventriosa* Ogniben.
S. 2136f2. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense sup.

4. *Globorotalia ventriosa* Ogniben.
S. 2242f3. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense super.

5. *Globorotalia* (T) gr. *puncticulata* (d'Orb.)
S. 2133f7. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

6. *Globorotalia ventriosa* Ogniben.
S. 2133f5. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense sup.

LAMINA XII.

1. *Globigerinita glutinata* (Egger)
S. 2132f8. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

2. *Globigerinita glutinata* (Egger)
S. 2134f8. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.

3. *Globigerinita glutinata* (Egger)
S. 2134f2. x146. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense

4. *Globigerina praedigitata* Parker.
S. 2241f7. x146. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense

5. *Globigerina parabulloides* Blow.
S. 2133f11. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense

6. *Globigerinita glutinata* (Egger).
S. 2240f6. x150. Prof. 226-232 mts.
Mesiniense.

LAMINA XIII.

1. *Globigerina bulloides d'Orbigny.*
S. 2241f5. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense/Mesinisense.

2. *Globigerina bulloides* d'Orbigny.
S. 2132f7. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense/Mesiniense.

3. *Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny).
S. 2054f8. x74. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense/Mesiniense.

4. *Globorotalia* (T) *dutertrei humerosa* Takayanagi & Saito.
S. 2053f4. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense (N.17).

5. *Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny).
S. 2135f2. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense/Mesiniense.

6. H. *siphonifera* (d'Orb.)
S. 2241f3. x148. S-31. Prof. 226-232 mts.
Tortoniense/Mesiniense.

LAMINA XIV.

1. *Orbulina suturalis* Bronniman.
S. 2243f7. x150. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense Inferior (N 16).

2. *Orbulina suturalis* Bronniman.
S. 2243f2. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense Inferior (N 16).

3. *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli & Bermúdez.
S. 2243f3. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense Inferior (N 16).

4. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow).
S. 2135f5. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

5. *Globigerina picassiana* Perconig.
S. 2243f1. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense (N 16/N 17).

6. *Globigerina decoraperta* Takayanagi & Saito.
S. 2244f1. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

7. *Globigerinoides bollii* Blow.
S. 2243f4. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

8. *Globigerina calida praecalida* Blow.
S. 2135f8. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

LAMINA XV.

1. *Globigerina pseudoampliapertura* Blow & Bolli.
S. 2242f5. x148. S-31. Prof. 316.
Tortoniense.

2. *Globigerina decoraperta* Takayanagi & Saito.
S. 2242f4. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

3. *Globigerina* aff. *picassiana* Perconig.
S. 2242f8. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

4. *Sphaeroidinellopsis seminulina subdehiscens* (Blow).
S. 2135f6. x148. S-31. Prof. 316 mts. (?).
Mesiniense.

5. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow).
S. 2243f5. x148. S-31. Prof. 316 mts.
Tortoniense.

PUBLICACIONES CONSULTADAS:

BAENA PEREZ J., CABAÑAS LOZANO I., CRESPO A., ESPEJO J.A., FERNANDEZ E., GARCIA G., GOMEZ E., GRANADOS L., JEREZ F., JEREZ L., LEYVA F., MANSILLA H., MARTIN L., MARTINEZ C., MARTINEZ-FRESNEDA F., MARTINEZ DEL OLMO W., MORENO DE CASTRO E., PERCONIG E., PIGNATELLI R., QUINTERO I., DE TORRES PEREZ T.
1977 - *El Andaluciense como unidad estratigráfica adecuada para el área mediterránea.* Rev. Esp. Microp., vol. IX, n. 2, pp. 259-288.

BANDY O.L.
1964 - *Cenozoic planktonic foraminíferal zonation.* Mycropaleontology, vol. 10, n. 1, pp. 1-17.
1973 - *Chronology and paleoenvironmental trends, Late Miocene-Early Pliocene, Western Mediterranean. In: Drooger C.W., Edit. Messinian events in the Mediterranean.* Amsterdam, 1973.
1975 - *Messinian evaporite deposition and the Miocene/Pliocene boundary, Pasquasia-Capodarso sections, Sicily.* In: Saito T. & Burckle Ll.H., Edit. *Late Neogene Epoch Boundary,* pp. 49-63, pls. 1-2.

BARBIERI F.
1969 - *Planktonic foraminifera in Western Emily Pliocene (North Italy).* In: Bronnimann P. & Renz H.H. Eds.: *Procedings of the first International Conference on Planctonic Microfossils. Geneva 1967.* Ed. Leiden 1969.

BENSON R.H.
1976 - *Miocene deep-sea ostracodes of the Iberian Portal and the Balearic Basin.* Marine Micro-paleontology 1: 249-262.

BERGGREN W.A.
1971 - *Tertiary boundaries and correlations.* In: Funnell B.M. & Riedel W.R. Eds.:*The micropaleontology of oceans.* Cambridge: Cambridge university Press, pp. 693-809.
1972a - *Late Pliocene-Pleistocene glaciation.* In Laughton A.S. & alt. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project,* vol. XII. Washington.
1972b - *Cenozoic biostratigraphy and paleobiogeography of the North Atlantic.* In: Laughton A.S & alt. op. cit.
1973a - *The Pliocene time scale: Calibration of planktonic foraminiferal and calcareus nannoplankton zones.* Nature, vol. 243, n. 5407, pp. 391-397.
1973b - *Biostratigraphy and biochronology of the Late Miocene (Tortonian and Messinian) of the Mediterranean.* In: Drooger C.W., Ed. *Messinian events in the Mediterranean.* Kon. Nederl. Akad. Amsterdam.
1977 - *The Pliocene/Pleistocene boundary in deep-sea sediments: Status in 1975. Neogene Quaternary Boundary.* Proc. II Symp. Bologna 1975. Giornale di Geologia (2) XLI, fasc. I-II, pp. 375-384. Bologna.
1978 - *Recent advances in Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy, biochronology, and biogeography: Atlantic Ocean.* Micropaleontology, vol. 24, n. 4, pp. 337-370.

BERGGREN W.A. & AMDURER M.
1973 - *Late Paleogene (Oligocene) and Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Atlantic Ocean (Lat. 30º N.to lat. 30º S).* Riv. Ital. Paleont. v.79, n.3.pp.337-392, tav.25-33. Milano.

BERGGREN W.A. & HOLLISTER C.D.
1977 *-Plate tectonics and paleocirculation-Commotion in the ocean.* Tectonophysics, 38(1977)11-48. Elsevier. Amsterdam.

BERGGREN W.A., MALCOLM C.M.,HARDENBOL J. and OBRADOVICH J.D.
1978 - *Revised Paleogene polarity time scale.* Jornal of Geology, vo 186 pp.67-81. University of Chicago.

BERGGREN W.A. & VAN COUVERING J.A.
1978 - *Biochronology.* Woods Hole Oceanographic Institution. Contr. n.3910.
1979 - *Quaternary.* In: moore R.C. *Treatise on Invert. Paleontology.* Part A.

BIZON G. et BIZON J.J.
1972 - *Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin mediterranéen. Oligocène à Quaternaire.* Ed. Technip. Paris.

BIZON G., BIZON J.J. et COLOM G.
1968 - *Note préliminaire sur les microfaunes planctoniques du Miocène marin de l'Ille de Mallorque (Iles Baléares).* Giornale di Geologia (2) XXXV, fasc.II, pp.331-340, figs.1-2. Bologna.

BIZON G., BIZON J.J. and BIJU-DUVAL B.
1978 - *Comparison between formations drilled at DSDP Site 372 in the Western Mediterranean and exposed series of land.* In: Kidd R.B. and Worstell P. Eds. *Initial Report of the Deep Sea Drilling,* vol.XLII, pp.897-901.

BLECHSCHMIDT G., CITA M.B., MAZZEI R. and SALVATORINI G.
1982 - *Stratigraphy of the western Mediterranean and Southern Calabrian ridges, Eastern Mediterranean.* Marine Microapaleontology, 7: 101-134.

BOLLI, H.M., and PREMOLI SILVA,I.
1973 - *Oligocene to Recent planktonic foraminifera and stratigraphy of the Leg.15 Sites in the Caribbean.* In: Edgar N.T., Sauders, J.B. et alt., *Initial Reports of the DSDP., vol.XV, pp.475-498. Washington.*

BOLLI H.M. and KRASHENINNIKOV V.A.
1977 - *Problems in Paleogene and Neogene correlations based on planktonic foraminifera.* Micropaleontology, vol.23, n.4, pp.436-452.

BRISKIN, M. and BERGGREN W.A.
1975 - *Pleistocene stratigraphy and quantitative paleoceanography of tropical North Atlantic core V16-205.* In: Saito T. and Burckle Ll.H. *Late Neogene Epoch Boundaries .,* pp.167-198. Am.Mus.Nat.Hist. New York.

BUSSON G.
1979 - *Le "Geant Salifere" messinien du domaine mediterraneen: Interpretation genetique et implications paleogeographiques.* Ann. Géol. Pays Hellen. Tome hors série, fasc.I,pp.227-238. VIIth Intern. Congress on Mediterranean Neogene. Athens.

CANTOS FIGUEROLA J.
1968 - *Investigación higrogeológica por el método gravimétrico en la zona de Inca (Mallorca). Boletín geológico y minero,* T.LXXIX, pp.597-604.

CARON M. & HOMEWOOD P.
1982/83 - *Evolution of Early Planktic Foraminifers.* Mar. Micropal., 7 (1982/83): 453-462.

CARRASCO F., GONZALEZ DONOSO M., LINARES D., RODRIGUEZ P. y SERRANO F.
1979 - *Contribución al conocimiento del límite Mioceno-Plioceno en el dominio mediterraneo occidental: Las secciones de Los Palacios y Cañada de Vera (Almeria, España).* Estudios Geológicos, 35 (559-567).

CITA, M.B.
1973 - *Mediterranean evaporite: Paleontological arguments for a deep-bassin desiccation model.* In: Drooger, C.W. Edit. *Mesinian Events in the Mediterranean.* Amsterdam.
1975 - *The Miocene/Pliocene boundary: History and definition.* In: Saito T. and Burckle Ll.H., *Late Neogene Epoch boundaries*, pp. 1-30.

CITA, M.B., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO, S. and SALVATORINI, I.
1978a - *Biostratigraphy of Miocene deep-sea sediments (site 372 and 375) with special reference to the Messinian/Premessinian interval.* In: Kidd R.B. and Worstell P. Eds., Initial Reports DSDP, v. XLII, pp. 671-680 + pl. 1-12.

CITA, M.B., WRIGHT, R.C., RYAN, W.B.F. and LONGINELLI A.
1978b - *Messinian paleoenvironments.* In: Kidd R.B. and Worstell P.J. Initial Rep. DSDP. v. XLII, pp. 1003-1035.

CITA, M.B., RYAN, W.B.F. and KIDD, R.B.
1978c - *Sedimentation rates in Neogene deep-sea sediments from the Mediterranean and geodynamic implications of their changes.* In: Kidd & Worstell Eds. *Init Rep. DSDP.* XLII, pp. 991-1002.

CITA, M.B., FANTINI N., SALVATORINI G., MAZZEI R., and KIDD R.B.
1979 - *Late Neogene sediments and fossils from the Malta Escarpment and their geodinamic significance.* Ann. Geol. Pays Hellen. Tome hors serie, fasc. I., p. 273-283.

COLALONGO M.L., DI GRANDE A., D'ONOFRIO S., GIANELLI L., IACCARINO S., MAZZEI R., POPPI BRIGATTI, M.F., ROMEO M., ROSSI A. and SALVATORINI G.
1979 - *A proposal for the Tortonian/Mesinian boundary.* Ann. Géol. Payss Hellén. Tome hors série, fasc. I, pp. 285-294. Athens.

COLOM G.
1974 - *Sobre la extensión del Vindoboniense marino en Menorca y los sondeos de la "Deep Sea Drilling Project" (U.S.A.). Sugerencias respecto a una nueva interpretación de la biogeografía balear.* Bol. Geolog. Min. T. LXXXV, pp. 664-677.
1980 - *Nota preliminar sobre la existencia del Plioceno Inferior, marino, en Mallorca (Baleares).* Acta Geolog. Hispana. T. XV, pp. 45-49.
(En prensa) - *Estratigrafía y paleoecología del Mioceno Superior y Plioceno de Mallorca.*

CUERDA J.
1975 - *Los tiempos Cuaternarios en Baleares.* 304 págs. + 20 láms. Dip. Prov. Baleares. Inst. Est. Baleáricos.

CRABTREE K., CUERDA J., OSMASTON H.A. and ROSE J.
1978 - *The Quaternary of Mallorca.* Quat. Research Assotiation. University of Bristol. 114 pags.

DRONKERT H., VAN DER POEL H. and GEERLINGG L.P.A.
1979 - *Gypsum deposits in the provincia of Almeria. Consequences for the Western Mediterranean.* Ann. Geol. Pays Hellén. Tom. Hors serie, fasc. I, pp. 345-354. Athenes.

ELDERFIELD H. and SUMMERHAYES C.P.
1978 - *Salt diffusion in eastern Mediterranean Sea sediments.* Deep-sea Research, vol. 25, pp. 337-341. Pergamon Press.

EMERY, K.O.
1980 - *Relative sea levels from tide-gauge records.* Proc. Natl. Acad. Sc. USA, Vol. 77, n. 12, pp. 6968-6972.

ELLIS C.H. and LOHMAN W.H.
1979 - *Neogene calcareus nannoplancton biostratigraphy in Eastern Mediterranean deep-sea sediments (DSDP Leg. 42A, Sites 375 and 376).* Marine Micropaleontology, 4: 61-64.

FABRICIUS F.H., HEIMANN K.O. and BRAUNE K.
1978 - *Comparison of Site 374 with circum-ionian land sections: Implications for the Messinian Salinity Crisis on the basis of a "dinamic model".* In: Kindd & Worstell Eds. Init Rep. DSDP, XLII, pp. 927-941.

FRANCO PARENTE Mª del C. y DIAZ ESTEVEZ Mª de G.
1980 - *Sobre la presecia del Tortoniense y Mesiniense en Osuna (Sevilla).* Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 78:291-295.

GARRISON R.E., SCHREIBER B.C., BERNOULLI D., FAFRICUS F.H., KIDD R.B. and MELIERES F.
1978 - *Sedimentary petrology and structures of Messinian evaporitic sediments in the Mediterranean Sea, leg. 42A, DSDP.* In: Kidd R.B. and Worstell P.J. Init. Rep. DSDP, T.XLII, pp.571-611.

GARTNER S., CHEN M.P. and STANTON R.J.
1979 - *Late Neogene history in the American Mediterranean* Ann. Géolog. Pays Héllén. T.hors série,. I, pp.425-437.

GORSEL J.T. van,and TROELSTRA S.R.
1981 -*Late Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and climatostratigraphy of the Solo River section (Java, Indonesia).* Marin. Micropal., 6:183-209.

HORNIBROOCK N. de B.
1976 - *Globorotalia truncatulinoides and the Pliocene-Pleistocene boundary in northern Hawkes Bay, New Zealand.* Progress in Micropaleontology, pp.83-102.

HSU K.J., MONTADERT L., BERNOULLI D., CITA M.C., ERICKSON A., GARRISON R.E., KIDD R.B., MULLER C. and WRIGHT.
1978 - *History of the mediterranean salinity crisis.* In: Init.Rep.DSDP, T.XLII, pp.1053-1078.

KATZ E.J.
1972 - *The Levantine Intermadiate Water between the Strait of Sicili and the Strait of Gibraltar.* Contrib. n.2793, Woods Hole Oceanographic Inst. Massachusetts. USA., pp. 507-520.

KEIGWIN Jr, L.D. and THUNELL R.C.
1979 - *Middle Pliocene climatic change in the western Mediterranean from faunal and oxygen isotopic trends.* Nature, vol. 282, n. 5736, pp. 294-296.

KELLING K., MALDONADO A. and STANLEY J.
1979 - *Salt tectonic and basement fractures: Key controls of recent sediment distribution on the Balearic Rise, Wester Mediterranean.* Smith. Contrib. to the Marine Sciences. n. 3,52 pag.

KUKLA G., COLLINS B.P. and BENDER M.L.
1979 - *Radiometric age of the Arctica islandica boundary in Italy: 2 m.y.* Ann. Gepl. Pays Hell. T. hors serie I, pp. 699-709.

LACOMBE H. et TCHERNIA P.
1971 - *Carácteres hidrologiques et circulation des eaux en Mediterranée.* In: Stanley D.J. *The Mediterranean Sea: A natural sedimentation laboratory.* Dowden, Hutchington & Ross, Inc. Pennsilvania. 1972.

MC GOWAN J.A.
1974 - *The Nature of Oceanic Ecosystems.* In: Miller Ch.B: Biology of the Oceanic Pacific., pp. 662-681. Oregon University Press.

MARGALEF R.
1974 - *Ecología.* Edic. Omega.,951 pags.

MARTINI E.
1971 - *Standart Tertiary and Quaternary calcareaus nannoplankton zonation.* Internat. Confer. Plankt. Microfossils, 2nd., Rome 1970, Proc., v. 2.pp. 739-785.

MARTINEZ DIAZ C.
1973 - *Los foraminiferos planctónicos del corte de Vejer de la Frontera.* XIII Col. Europ. Micropaleont. España. Pp. 275-281.

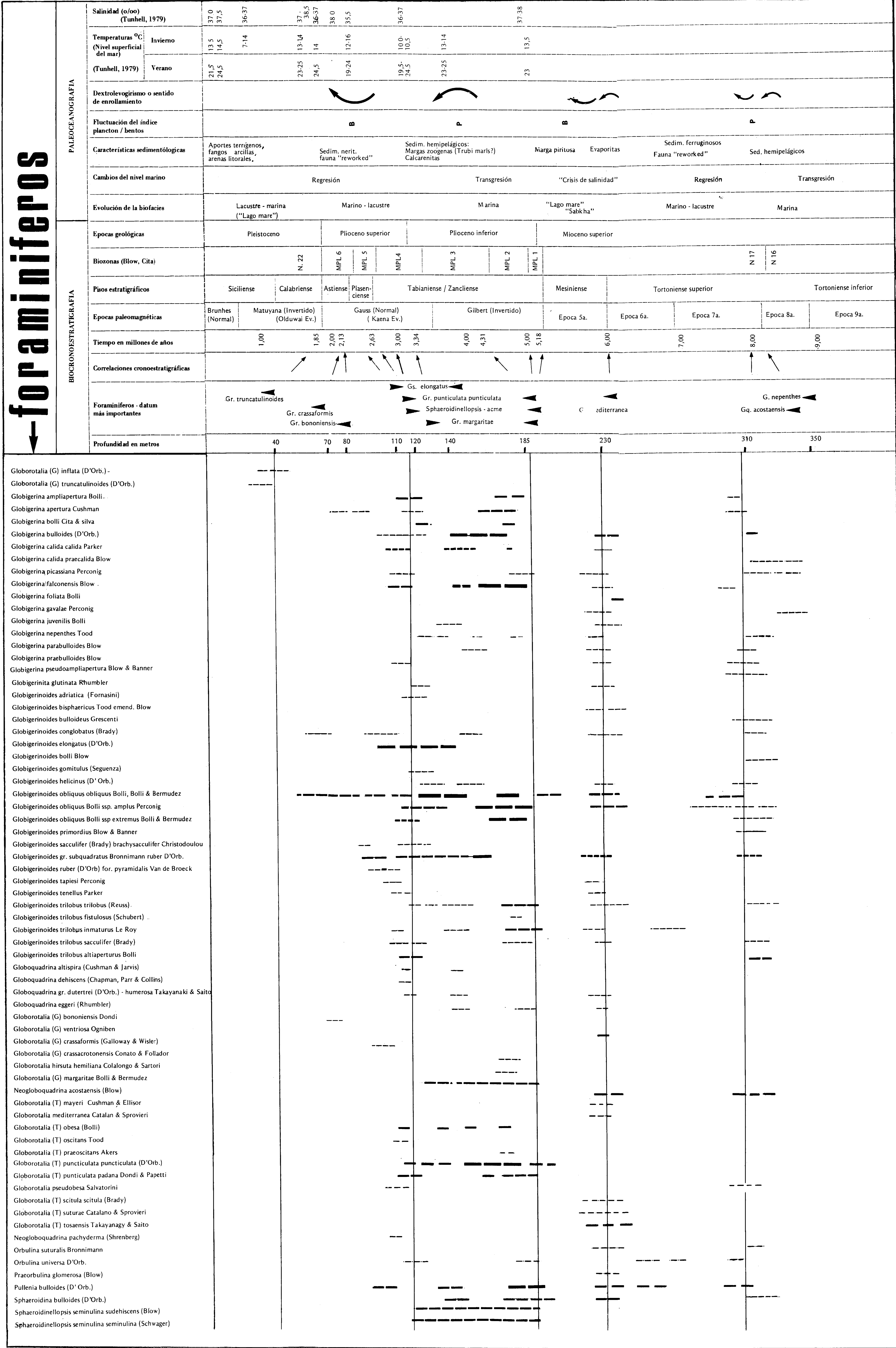
MARTINEZ FRESNEDA F.
1977 - *Sobre la presencia del Andaluciense en la zona de Ronda (Andalucia Occidental. España).* Rev. Esp. Micropal. vol. XI, n. 1, pp. 125-140.

MATEU G.
1976 - *Les Foraminiféres planctoniques de la Mediterranée et leur evolution postevaporitique.* XVII Colloque du G.P.L.F. Université de Paris (LLaborat. Arago. Banuyuls-sur Mer). Contr. papers.

MATEU G.
1980 - *Area de afloramiento del Atlántico NW-africano: Estructura, origen y evolución de sus biocenosis de Foraminíferos planctónicos.* Rev. Española de Micropaleontología, vol. XI, n.1. pp. 135-157, 10 figs., 5 tablas y 2 lams.
1981 - *Los Foraminíferos plio-pleistocénicos de las formaciones litorales del Mar Menor*

G. MATEU
Instituto Español de Oceanografía
Laboratorio Oceanográfico de Baleares

neogeno-pleistoceno de mallorca



(Murcia) y las condiciones paleoecológicas del Mediterraneo. Bol. Instit. Esp. de Oceanografia, T.VII, parte 4, pp. 274-304 y lams.1-6.

MATEU G., COLOM G., y CUERDA J.
1979 - *Foraminíferos pliopleistocénicos de la Isla de Cabrera (Baleares) y las condiciones paleoecológicas del antiguo Mar Balear.* Bol. Soc. Hª. Nat. Baleares. T. 23, pp. 51-68.

MATEU G. y FONTARNAU R.
1980 - *Contribución al conocimiento de las Oolitas del Mar Menor (Murcia).* Bol. Geológico y Minero. T. XCI-III (441-457).

MATEU G., REY SALGADO J. y DIAZ DEL RIO V.
1983 - *Las barras submarinas de la zona interna de la plataforma continental frente al Mar Menor (Murcia, España): Estudio sísmico y cronobiostratigráfico.* VI Reunión de Cuaternario . Univ. de Santiago. Sept. 1983.

MATEU G., PEREZ DE RADA R., RAMON G., MOYA G., GARCIA C. y RAMIS C.
Estudio ecológico del Salobrar de Campos y demás áreas lacustres de Baleares. 1ª Parte: Micropaleontología. En prensa en "Estudis Baleàrics", del C.G.I. de Balears.

MAUFFRET A., MONTADERT L., LAVERGNE M. and WILLM C.
1978 - *Geological and geophysical setting of DSDP Site 372 (Western Mediterranean).* In: Kindd R.B. & Worstell P.J. Init. Rep. DSDP T. XLII, pp. 889-896.

MAYER-EYMAR, K.
1868 - *Tableau des terrains tertiaires supérieurs.* IV edic. Zurich.

MONTENAT Ch.
1977 - *Le bassins neogenes du Levant d'Alicant et de Murcia.* Docum. Labor. Geolog. Facul. Scien. Lyon. n. 69.

MONTADERT L., LETOUZEY J. and MAUFFRET A.
1978 - *Messinian event: Seismic evidence.* In: Kindd & Worstell Eds. Init. Rep. DSDP., V. XLII, pp. 1037-1050.

MULLER C.
1978 - *Neogene calcareus nannofossils from the Mediterranean - Leg. 42A of the Deep Sea Drilling Project.* In: Kindd & Worstell Eds. pp. 727-751.

NAKAGAWA H., NIITSUMA N., KIMURA K. and SAKAI T.
1975 - *Magnetic stratigraphy of Late Cenozoic stages in Italy and their correlatives in Japan.* In: Saito T. & Burckle LL. Eds. Late Neogene epoch boundaries, pp. 64-70.

OBRADOR A.
1972 - *Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca.* Revista de Menorca. Mahón. 183 pags.

ORSZAG-SPERBERG F.
1979 - *L'évolution paleogeographique de la Corse (France) dans la cadre de la géodynamique de la Mediterranée occidentale au cours du Neogène.* Ann. Geolog. Pays Hellen. Tome hors serie, fasc. II, pp. 924-932, VIIth Intern. Cong. Medit. Neog. Athenes.

PALOMO C., DE MIGUEL L., ACOSTA J., SANZ J. y ARRANZ P.
1974 - *Estudio geomagnético de tres montes submarinos del Mar Balear.* I Asam. Nac. Geodesia y Geofísica. Pp. 895-923.

PALOMO C., ACOSTA J., DE ANDRES J., HERRANZ P., REY J. y SANZ J.L.
1976 - *Perfiles geofísicos entre la Península y las Islas Baleares.* II Asam. Nac. Geodesia y Geofísica. Pp. 1615-1627.

PERCONIG E.
1973 - *El Andaluciense.* XIII Coloq. Eur. Micropal. España. Pp. 201-225.

PHLEGER F.B.
1969 - *A modern evaporite deposit in Mexico.* Amer. Assoc. Petroleum Geologits Bull. 53, 824-829.

POMAR GOMA L.
1981 - *La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico.* In: Riba Arderiu O., Santanach Prat P. i Solé Sugrañes LL., Homenatge a Lluís Solé i Sabarís. Acta Geológica Hispana. T. 14, pp. 293-310.

PUJOL C. et CARALP M.
1974 - *Variations du sens d'enroulement des Foraminifères planctoniques dans l'interprétation stratigraphique du Quaternaire terminal de l'Ocean Atlantique Nord.* Bull. Int. Geol. Bassin Aquitaine. 16, pp. 31-50.

RIBA I ARDERIU O.
1981 - *Aspectes de la geologia marina de la conca mediterrània balear durant el Neogen.* Mem. R. Acad. Cien. i Arts de Barcelona, 3ª epoca n. 8 o 5, vol. XLV, n. 1, 115 pags.

RYAN W.B.F., OLAUSSON E. and FAIRBRIDGE R.W.
1966 - *Mediterranean Sea.* In: Fairbridge R.W. The Encyclopedia of Oceanography. Pp. 490-498.

SARTHEIN M., THIEDE J., PFLAUMANN U., ERLENKEUSER H., FUTTERER D., KOOPMANN B., LANGE H. and SEIBOLD E.
1982 - *Atmosferic and Oceanic Circulation Patterns off Northwest Africa during the Past 25 Million Years.* In: Von Rad U., Hinz K., Sarnthein M. and Seibold E., *Geology of the Northwest African Continental Margin.* Springer-Verlag. Berlin. Pp. 545-604.

SASS E., WEILER Y. and KATZ A.
1972 - *Recent sedimentation and oolite formation in the Ras Matarma Lagoon, Gulf of Suez.* In: Stanley D.J., Edit., The Mediterranean Sea, pp. 279-291.

SERRANO LOZANO F.
1979 - *Los foraminíferos planctonicos del Mioceno Superior de la Cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas.* (Tesis Doctoral). Univ. de Málaga. 272 pags + 40 láms.

SELLI R.
1973 - *An outline of the italian Messinian.* In: Drooger C.W. Edit. Messinian events in the Mediterranean. Amsterdam. Pp. 150-171.

STANLEY J.D., GOT H., KENYON N.H., MONACO A. and WEYLER Y.
1976 - *Catalonian, Eastern Betic, and Balearic Margins: Structural Types and Geologically Recent Foundering of the Western Mediterranean Basin.* Smithson. Contrib. Earth Sciences: Nr. 20., pp. 1-67.

THIEDE J.
1979 - *Paleogeography and paleobathymetry of the Mesozoic and Cenozoic North Atlantic Ocean.* Geo. Journal 3.3, 263-272. Akad. Verlag. Wiesbaden.

THUNELL C.R.
1978 - *Distribution of recent foraminifera in surface sediments of the Mediterranean Sea.* Marine Micropaleontology, 3: 147-173.
1979a - *Mediterranean Neogen planktonic foraminiferal biostratigraphy: Quantitative results from DSDP Sites 125, 132 and 372.* Micropaleontology, vol. 25, n.4, pp. 412-437, pls. 1-6.
1979b - *Pliocene-Pleistocene paleotemperatures and paleosalinity history of the Mediterranean Sea: Results from DSDP Sites 125 and 132.* Marine Micropal., 4: 173-187.

THUNELL C.R. and BELYEA P.
1982 - *Neogene planktonic foraminiferal biogeography of the Atlantic Ocean.* Micropaleontology, vol. 28, pp.381-398.

VAN COUVERING J.A., BERGGREN W.A., DRAKE R.E., AGUIRRE E. and CURTIS G.H.
1976 - *The Terminal Miocene Event.* Marine Micropal., 1: 263-286.

YASSINI I.
1975 - *Planktonic foraminiferal biozonation of Neogene deposits in the "Sahel" of Algiers, Algeria.* Riv. Ital. Paleont. v. 81, n. 1, pp. 89-120, tav. 11-18.

ZEITZSCHEL B.
1978 - *Oceanographic factors influencing the distribution in space and time.* Micropaleontology, vol. 24, pp. 139-159.